

# ASPECTS REGLEMENTAIRES ET MISE EN ŒUVRE DE L'OPTIMISATION DE LA RADIOPROTECTION – ÉVOLUTION ET PERSPECTIVES

---

Pierrick JAUNET

*Direction des rayonnements ionisants et de la santé  
Chef du bureau des expositions des travailleurs et du public*

# **SOMMAIRE**

**1 - ALARA ET SA TRADUCTION REGLEMENTAIRE : LE POINT DE VUE DU REGULATEUR**

**2 – APPLICATION A LA RADIOPROTECTION DES PATIENTS**

**3 – APPLICATION A LA RADIOPROTECTION DES TRAVAILLEURS**

**4 - APPLICATION A LA RADIOPROTECTION DU PUBLIC**

**5 – APPLICATION AUX SITUATIONS D'EXPOSITION EXISTANTES : CAS DU RADON**

**6 - CONCLUSION**

# 1

## ALARA ET SA TRADUCTION DANS LA RÉGLEMENTATION : LE POINT DE VUE DU RÉGULATEUR

---

# ALARA : UNE NOTION PEU FAVORABLE A UNE TRADUCTION REGALIENNE

- **Un principe** : « Aussi faible que raisonnablement possible » ;
- **Des outils** : contraintes de doses / NRD / niveau de référence

**Niveau de référence** : valeur [au dessus de laquelle] il est jugé **inapproprié** de permettre la survenance d'expositions aux RI, même s'il **ne s'agit pas d'une limite ne pouvant pas être dépassée**. L'optimisation de la protection porte prioritairement sur les expositions supérieures au niveau de référence et **continue d'être mise en œuvre en dessous** de celui-ci pour réduire aussi bas que raisonnablement possible les expositions.

Situation d'exposition	Exposition professionnelle	Exposition du public	Exposition médicale
Planifiée	Contrainte de dose	Contrainte de dose	NRD
Urgence	Niveau de référence	Niveau de référence	NA
Existante	NA	Niveau de référence	NA



Notions a priori difficiles à intégrer dans la réglementation qui classiquement fixe des obligations de résultats (valeurs limites) ou des obligations de moyens (exigences techniques)

# DU CONCEPT A LA MISE EN APPLICATION



1973 : Publication 22 de la CIPR (terme optimisation)

1977 : Publication 26 de la CIPR : Principe ALARA

1979 : 1<sup>er</sup> séminaire organisé par la Commission Européenne

1986 : Présentation de la démarche ALARA (AIEA)

1991 ALARA, de la théorie à la pratique

1996 : Directive 96/29 du 13 mai 1996

2007 : CIPR 103

2013 : Directive 2013/59/du 5 décembre 2013

2018 : Niveau de référence, contrainte de dose public

1970

1980

1990

2000

2010

2020

Décret du 20 juin 1966 ;  
« être aussi réduits que possible. »

2001 : Ordonnance n° 2001-270 mars 2001

2003 : Art. R231-75 objectif de dose (CT)

Arrêté du 12 février 2004 (NRD)

Décision n° 2019-DC-0667 du 18 avril 2019 (NRD)

1986 : décret du 2 octobre 1986 : introduction du principe ALARA

1988 : modification du décret du 24 août 1975

2016 : Ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016

# UNE DÉFINITION ET DES OUTILS : ÉVOLUTIONS RÉGLEMENTAIRE

## - Introduite en 1986 (décret sur la radioprotection des travailleurs) :

Les matériels, les procédés et l'organisation du travail doivent être conçus de telle sorte que les expositions professionnelles individuelles et collectives soient maintenues aussi bas qu'il est raisonnablement possible en dessous des limites prescrites ;

- Une définition du principe constante depuis, consacré dans la loi comme grand principe de la radioprotection en 2001 et étendue à toutes les situations ;

- Une intégration progressive des notions de contraintes de doses, des NRD et des niveaux de référence

# 1 ALARA : UNE DÉFINITION ET DES OUTILS

## PRINCIPE ALARA : L. 1333-2 du code de la santé publique

**La notion de niveau de référence** est introduite à l'article L. 1333-3 et définie à l'annexe 13-7

**Contraintes de doses** : R. 4451-33 du code du travail, R. 1333-10 du code de la santé publique

**Niveaux de référence diagnostiques** : R. 1333-61 du code de la santé publique

### Les niveaux de références sont définis :

- pendant la durée de la situation d'urgence radiologique : **100 mSv/an** en dose efficace reçue (R. 1333-82)
- en phase post-accidentelle : **20 mSv/an** lors la 1<sup>ère</sup> année avec une réévaluation les années suivantes pour atteindre progressivement 1 mSv/an (R. 1333 -93)
- pour la gestion des sites et sols pollués (hors situation PA) : **1 mSv/an** (R. 1333-96)
- pour les expositions au radon : **300 Bq/m<sup>3</sup>** (R. 1333-28)
- pour l'exposition à l'intérieur des bâtiment émis par les matériaux de construction (R. 1333-38) : **1 mSv/an**

# POINT DE VUE DU REGULATEUR ET DE L'AUTORITE : UN MOYEN OPÉRANT POUR AGIR DANS L'INCERTITUDE

- Une situation d'incertitude scientifique : l'effet des faibles doses des rayonnements ionisants est mal connu
- Difficulté pour réglementer pour répondre à cette incertitude

Le principe ALARA, permet dans ce contexte :

- De guider en pratique l'action des responsables d'activités nucléaires et des exploitants, et de ceux qui les contrôlent, au-delà des règles techniques existantes
- D'offrir aux responsables d'activité et des exploitants un cadre pour agir et à l'autorité un référentiel pour contrôler.



# LA MISE EN RESPONSABILITÉ, UN LEVIER PUISSANT POUR LES RESPONSABLES D'ACTIVITE NUCLEAIRE COMME POUR LE REGULATEUR ET L'AUTORITE

Du côté des responsables d'activité nucléaire et des exploitants :

- ALARA ne peut se satisfaire d'un simple respect de la réglementation technique et de ne considérer les valeurs limites que comme un « droit à polluer », ou un « crédit à consommer » ;
- ALARA permet des arbitrages de priorité en allouant efficacement les ressources destinées à la sécurité et à la protection des personnes ;
- ALARA ne fonctionne pleinement que par une mobilisation de l'ensemble de la chaîne des acteurs, notamment ceux qui sont au plus près du terrain, grâce à la mise en place de démarches de progrès continu

# L'INJONCTION DU RAISONABLE

## Du côté du régulateur :

- ALARA éloigne la tentation d'un niveau d'exigence qui réduirait les risques à zéro ;
- ALARA oblige à tenir compte de la réalité de la situation des assujettis (technique, opérationnelle, organisationnelle mais aussi financière ou stratégique) ;
- ALARA nourrit le principe de l'approche graduée :
  - l'autorité module ses attentes et priorise ses demandes de manière proportionnée aux enjeux réels de l'activité contrôlée ;
  - des exigences poussées au maximum sur tous les sujets finiraient par disperser les actions importantes de l'exploitant.

# 2

## APPLICATION A LA RADIOPROTECTION DES PATIENTS

---

# RADIOPROTECTION DES PATIENTS : UN CONTEXTE FAVORABLE A LA DEMARCHE ALARA

## Un contexte favorable :

- un triple niveau de justification ;
- des techniques engagées très génériques, ce qui facilite l'élaboration de standards ;
- des intervenants hautement qualifiés et formés ;
- des évolutions techniques constantes ;
- des réseaux actifs : les sociétés savantes puissants relais de le Conseil national professionnel des manipulateurs d'électroradiologie médicale (CNPMM), la Société française de radiothérapie oncologique (SFRO), la Société française de physique médicale (SFPM), la Société française de médecine nucléaire (SFMN), le G4 Radiologie....

# LES NRD : UN OUTIL PUISSANT D'OPTIMISATION

Les niveaux de référence diagnostiques (NRD) sont utilisés par les professionnels pour optimiser les actes d'imagerie médicale (dose/qualité image pour l'information médicale recherchée)

Ils permettent d'évaluer les pratiques locales par rapport à cette référence.

Lorsque les NRD sont dépassés, sans justification médicale, le réalisateur de l'acte met en œuvre les actions nécessaires pour renforcer l'optimisation.

Les NRD sont fixés et mis à jour dans une décision de l'ASN.

## **Décision n° 2019-DC-0667 de l'ASN du 18 avril 2019**

Décision n° 2019-DC-0667 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 18 avril 2019 relative aux modalités d'évaluation des doses de rayonnements ionisants délivrées aux patients lors d'un acte de radiologie, de pratiques interventionnelles radioguidées ou de médecine nucléaire et à la mise à jour des niveaux de référence diagnostiques associés

# NRD : UNE EFFICACITÉ MESURABLE ET MESURÉE

Des bilans sont réalisés et publiés périodiquement par l'IRSN

Ils permettent de mesurer les évolutions des doses reçues

## INDICATEUR DOSIMÉTRIQUE PAR DOMAINE PAR RAPPORT AU NRD EN VIGUEUR

pour la période 2019-2021

### RADIOLOGIE CONVENTIONNELLE



En dessous du NRD en vigueur de 20 % à 30 %

### RADIOLOGIE INTERVENTIONNELLE



En dessous du NRD en vigueur de 30 % à 54 %

### SCANOGRAPHIE



En dessous du NRD en vigueur de 14 % à 60 %

### MÉDECINE NUCLÉAIRE



En dessous du NRD en vigueur de 1 à 22 %

indicateurs dosimétriques par rapport à la période 2016-2018 :



19 %

Radiologie conventionnelle



8 %

Scanographie



4 %

Médecine nucléaire

# LE RETOUR D'EXPERIENCE : D'UN ÉVÈNEMENT PARTICULIER A UN ENSEIGNEMENT NATIONAL

**Les NRD permettent un retour d'expérience tant au niveau local que national**

**Un retour d'expérience national est permis grâce aux déclarations d'évènements significatifs en radioprotection (ESR). Les écarts très importants aux NRD sont un critère de déclaration d'ESR**

## Critère 2.2 (Exposition des patients à visée diagnostique)

Pratique inadaptée ou dysfonctionnement lors de l'utilisation de sources radioactives ou de générateurs de rayons X à visée diagnostique ayant entraîné ou susceptibles d'entraîner :

- des expositions significativement supérieures aux niveaux de référence diagnostiques ;

ou

- des erreurs dans la réalisation de l'examen.

## EXEMPLE D'UTILISATION DES NRD : DÉTECTION D'UNE MODIFICATION INOPINÉE DES REGLAGES D'UN APPAREIL

Appareils de radiologie mobile utilisés dans les services de pédiatrie, de néonatalogie et de maternité au CHU de Bordeaux

Etude dosimétrique conduite par l'équipe de physique médicale du CHU de Bordeaux en lien avec une publication irlandaise récente sur des nourrissons

Détection de la délivrance de nombreuses doses supérieures à celles attendues lors de radiographies réalisées dans les services de pédiatrie, de néonatalogie et de maternité.

Identification des causes : la procédure de mise hors tension et de remise sous tension provoquait la survenue d'une erreur de paramétrage (constantes de radiographies pulmonaires adultes alors que les utilisateurs pensaient utiliser des constantes de radiographie pédiatrique)-> au final des défaillances dans la conception du dispositif (interface homme machine)

Analyse rétrospective des doses délivrées par ces appareils : 248 enfants concernés entre 2022 et 2023

Doses de l'ordre de quelques dizaines de microsievverts : pas de conséquence clinique, ni suivi particulier.



## EXEMPLE D'UTILISATION DES NRD : DÉTECTION D'UNE ERREUR LORS D'UNE OPÉRATION DE MAINTENANCE PRÉVENTIVE

Fin février 2023, un physicien médical réalise des relevés de niveaux de références locaux (NRL) sur certains actes dans un service d'un l'établissement

Constat d'augmentation doses depuis septembre 2022

Constat que les paramètres par défaut ont changé, notamment depuis la dernière opération de maintenance préventive du fournisseur du DM

Sur un acte en particulier le paramétrage par défaut est passé de 4 images/s à 15 images/s (protocole usine)

Le fournisseur du DM reconnaît une erreur de son technicien qui n'a pas réinstallé le protocole optimisé

→ 390 patients exposés de façon supérieure à l'optimisation mise en place

# UN RETOUR D'EXPERIENCE NATIONAL

Lien vers le fiche : <https://www.asn.fr/espace-professionnels/retour-d-experience/fiches-retour-d-experience-imagerie-medicale>

## RETOUR D'EXPERIENCE



FOCUS SUR UN ÉVÉNEMENT  
DÉCLARÉ À L'ASN

Avril 2024

### Modification inopinée des réglages d'exposition d'un appareil de radiologie mobile

La combinaison d'une spécificité de conception de l'équipement et d'une méconnaissance des étapes de mise à l'arrêt et de remise en route d'un appareil de radiologie mobile entraîne une exposition supplémentaire chez des enfants. Après le CHU de Bordeaux, plusieurs centres ont déclaré à l'ASN avoir rencontré les mêmes difficultés. D'autres déclarations pourraient suivre. Retour sur cet événement sériel à travers l'expérience bordelaise.

#### ► L'ÉVÉNEMENT EN BREF

Une étude dosimétrique conduite par l'équipe de physique médicale du CHU de Bordeaux en lien avec une publication irlandaise récente de Niveaux de Référence Locaux sur des nourrissons, a permis de détecter la délivrance de nombreuses doses supérieures à celles attendues lors de radiographies réalisées avec des mobiles FDR NANO de FUJIFILM dans les services de pédiatrie, de néonatalogie et de maternité.

L'analyse rétrospective des doses délivrées par ces appareils et enregistrées par le DACS<sup>1</sup>, a montré que 248 enfants ont été concernés entre 2022 et 2023. Ces doses de l'ordre de quelques dizaines de microsieverts n'induisent ni conséquence clinique, ni suivi particulier.

Elles s'expliquent par l'utilisation de constantes de radiographies pulmonaires adultes (85 kV et 1.575 mAs) alors que les utilisateurs pensaient utiliser des constantes de radiographie pédiatrique. Selon l'ordre dans lequel les étapes de mise à l'arrêt du mobile, de remise en marche et de saisie du protocole et du nom du patient sont réalisées, une substitution des paramètres d'exposition peut se produire. En effet, la mise en position hors tension de l'interrupteur général (clé tournée sur OFF) n'éteint pas la console qui reste allumée, si elle n'est pas éteinte séparément. Dans ces conditions, les utilisateurs peuvent, sur la console restée allumée, sélectionner le nom du patient et choisir le protocole radiologique associé mais ils se trouvent dans l'impossibilité d'utiliser le centreur lumineux et de délivrer les X. Les utilisateurs doivent alors actionner l'interrupteur général (clé tournée sur ON) pour remettre en tension le tube et le centreur lumineux. Cette action modifie instantanément les paramètres d'exposition préalablement sélectionnés en les remplaçant par des paramètres pour une radiographie du thorax adulte, définis en usine. L'appareil n'envoie pas de message d'alerte et ne se met pas en défaut pour empêcher le tir à la suite du changement des constantes d'exposition.

<sup>1</sup> DACS : logiciel de recueil et d'analyse de la dosimétrie (Dosimetric Archiving and Communication System)

#### ANALYSE DES CAUSES ET FACTEURS INFLUENTS

##### Facteurs techniques

- Remplacement des paramètres d'exposition sélectionnés par les MERM par des paramètres « usine »
- Interface homme-machine (IHM) défaillante en l'absence de message d'alerte lors de l'initialisation des paramètres d'exposition

##### Facteurs humains

- Habitude des MERM<sup>2</sup> de mettre en sécurité l'appareil, lors de son déplacement ou de son stockage, à l'aide d'un interrupteur général qui sur cette machine n'a pas été prévu pour cet usage par le fabricant, contrairement à d'autres d'appareils.
- Absence de re-vérification des paramètres d'exposition par les MERM (protocole saisi sur la console juste avant de remettre en tension le tube RX)

##### Facteurs organisationnels

- Guide utilisateur ne mentionnant pas les conséquences de la mise hors tension isolée du tube RX
- Manque de clarté des instructions du fabricant entraînant une confusion dans l'ordre des étapes de mise en route de l'appareil
- Formation inadéquate délivrée par le fabricant au regard des conditions d'utilisation
- Ambiguïté des consignes de mise à l'arrêt de l'appareil entre le guide utilisateur et le guide d'utilisation rapide rédigé par le fabricant à la demande du CHU de Bordeaux, sans interrogation sur les risques potentiels associés

<sup>2</sup> Manipulateur/trice en électroradiologie médicale

#### BARRIÈRES MISES EN PLACE PAR L'ETABLISSEMENT ET ACTIONS COMPLEMENTAIRES

##### Période juillet-septembre 2023

- Rappel auprès des MERM des procédures de mise à l'arrêt et de remise en route de l'appareil et information sur les effets de la remise en tension du tube en cas de non-respect de ces procédures.
- Communication aux JFR sur la dosimétrie en néonatalogie : sensibilisation sur l'hétérogénéité des protocoles entre les mêmes types d'appareils et sur les effets de la remise en tension du tube.
- Rédaction par le fabricant, à la demande du CHU, d'un guide de démarrage rapide et affichage de ce dernier dans l'établissement à destination de la cadre de santé et de l'équipe de MERM.
- Connection des appareils mobiles au DACS pour recueillir les données dosimétriques pour être en mesure de reconstituer les doses délivrées, si nécessaire.
- Analyse des données dosimétriques des patients en pédiatrie, néonatalogie et service d'urgence afin d'optimiser les doses dans le cadre d'une démarche volontaire du service de physique médicale.
- Mise en place d'une alerte automatique de dépassement des niveaux de référence locaux de dose (NRL) sur le DACS
- Concertation pluridisciplinaire sur les mesures conservatoires à mettre en place pour prévenir la récurrence.
- Demande auprès du fabricant d'une modification du fonctionnement du mobile (attendue pour septembre 2024).

##### Depuis décembre 2023

- Rappels de bonnes pratiques pour les MERM par l'équipe de physique médicale et un radio pédiatre.
- Retour d'expérience en équipe de l'événement, de ses avancées et rappel des vigilances lors de l'utilisation du mobile.

#### ► PISTES D'ACTION TEMPORAIRES

Les solutions présentées ci-dessous sont proposées à titre temporaire, dans l'attente pour septembre 2024, de la modification du logiciel (reprise des mêmes paramètres d'exposition après l'interruption d'alimentation du tube) et de la mise à jour du manuel utilisateurs par le fabricant.

##### 1. SOLUTIONS ORGANISATIONNELLES

- Former à l'utilisation du mobile par FUJIFILM.
- Organiser, avec FUJIFILM des formations périodiques de recyclage pour mettre en exergue des pratiques différentes des préconisations.

##### 2. SOLUTIONS TECHNIQUES

- Limiter l'usage du bouton d'interrupteur général à la seule réinitialisation quotidienne :
  - le recouvrir d'un cache amovible
  - afficher cette restriction sur l'appareil
- Afficher une consigne à côté de l'interrupteur général pour ne pas oublier d'éteindre la station d'images après chaque prise de cliché.

#### ► PISTES D'ACTION COMPLEMENTAIRES PROPOSEES PAR LE GT REX

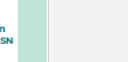
Cet événement, sans gravité, concerne une cohorte de plusieurs centaines d'enfants mais peut également concerner des adultes. Son origine multifactorielle met en évidence des défaillances de conception du dispositif, un environnement de travail mal appréhendé par le fabricant et des mésusages. L'analyse des doses reçues par les patients pris en charge sur des dispositifs mobiles est encore marginale bien qu'obligatoire réglementairement. Or elle a permis de révéler l'événement.

- Signaler tout dysfonctionnement en lien avec un équipement auprès de l'ANSM.
- Former les utilisateurs (MERM et médecins) à l'utilisation des dispositifs médicaux émetteurs de rayonnements ionisants (habilitation décision ASN 2019-DC-0660 recommandations conjointes de l'ASN et des sociétés savantes).
- Consigner sur l'appareil les restrictions d'usage.
- Conduire un retour d'expérience des pratiques professionnelles permettant de les améliorer.
- Connecter les mobiles au DACS pour permettre de relever les doses réelles et faciliter leur analyse.
- Reporter les doses affichées par les mobiles dans le RIS/PACS et les comptes rendus dans le dossier patient.
- Analyser régulièrement les doses délivrées aux patients soit à partir du RIS, soit à partir du DACS.
- Améliorer l'IHM à la conception et harmoniser les unités de dose affichées (mGy.cm<sup>2</sup>, dGy.cm<sup>2</sup>) qui peuvent également être source d'erreurs.

#### Consulter

L'information de sécurité de l'ANSM sur [ansm.sante.fr](https://ansm.sante.fr)

L'avis d'incident de l'ASN sur [asn.fr](https://www.asn.fr)



# 3

## APPLICATION A LA RADIOPROTECTION DES TRAVAILLEURS

---

# ALARA ET RADIOPROTECTION DES TRAVAILLEURS

L'analyse des doses reçues au regard des contraintes de dose : un exercice plus complexe (pas de références « nationale »...)

ALARA nécessite un investissement important de mobilisation de l'ensemble des corps de métiers (cf démarche mise en place par EDF dans les années 1990) et une appropriation collective des enjeux

Des outils d'analyse et de comparaison :



# 4

## APPLICATION DU PRINCIPE ALARA LA POPULATION

# ALARA ET LA RADIOPROTECTION DU PUBLIC

Notion de contrainte de dose introduite en 2018 : Possibilité pour le responsable de l'activité nucléaire ou l'autorité compétente de fixer de telles contraintes de doses

mais non utilisée depuis

Historiquement, pas de fixation de contraintes de dose mais fixation de valeurs limites de rejets au regard de l'utilisation des meilleurs techniques disponibles (code de la santé publique, environnement) et du principe « Eviter, réduire, compenser »

## L'exploitant fixe des objectifs de rejets annuels

Les considérations à prendre en compte en général ou dans un cas particulier lors de la détermination des meilleures techniques disponibles sont les suivantes :

1. Utilisation de techniques produisant peu de déchets.
2. Utilisation de substances moins dangereuses.
3. Développement des techniques de récupération et de recyclage des substances émises et utilisées dans le procédé et des déchets, le cas échéant.
4. Procédés, équipements ou modes d'exploitation comparables qui ont été expérimentés avec succès à une échelle industrielle.
5. Progrès techniques et évolution des connaissances scientifiques.
6. Nature, effets et volume des émissions concernées.
7. Dates de mise en service des installations nouvelles ou existantes.
8. Durée nécessaire à la mise en place d'une meilleure technique disponible.
9. Consommation et nature des matières premières (y compris l'eau) utilisées dans le procédé et l'efficacité énergétique.
10. Nécessité de prévenir ou de réduire à un minimum l'impact global des émissions et des risques sur l'environnement.
11. Nécessité de prévenir les accidents et d'en réduire les conséquences sur l'environnement.
12. Informations publiées par la Commission en vertu de l'article 16, paragraphe 2, de la directive 2008/1/CE du 15 janvier 2008 ou par des organisations internationales.

# ALARA ET LA RADIOPROTECTION DU PUBLIC : PERSPECTIVES

## Une réflexion sur l'utilisation des contraintes de dose

**Avis du GPRADE :** dans certaines situations la mise en place de CD pourrait être utile, par exemple :

- ❑ lorsque plusieurs installations sont présentes sur un même site ;
- ❑ dans le cas du démantèlement et du déclassement d'une installation nucléaire notamment pour un retour en zone publique ;
- ❑ dans le cas des stockages de déchets mettant en jeu des substances radioactives d'origine naturelle (une contrainte de conception existe déjà pour les installations de stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde).

# 5

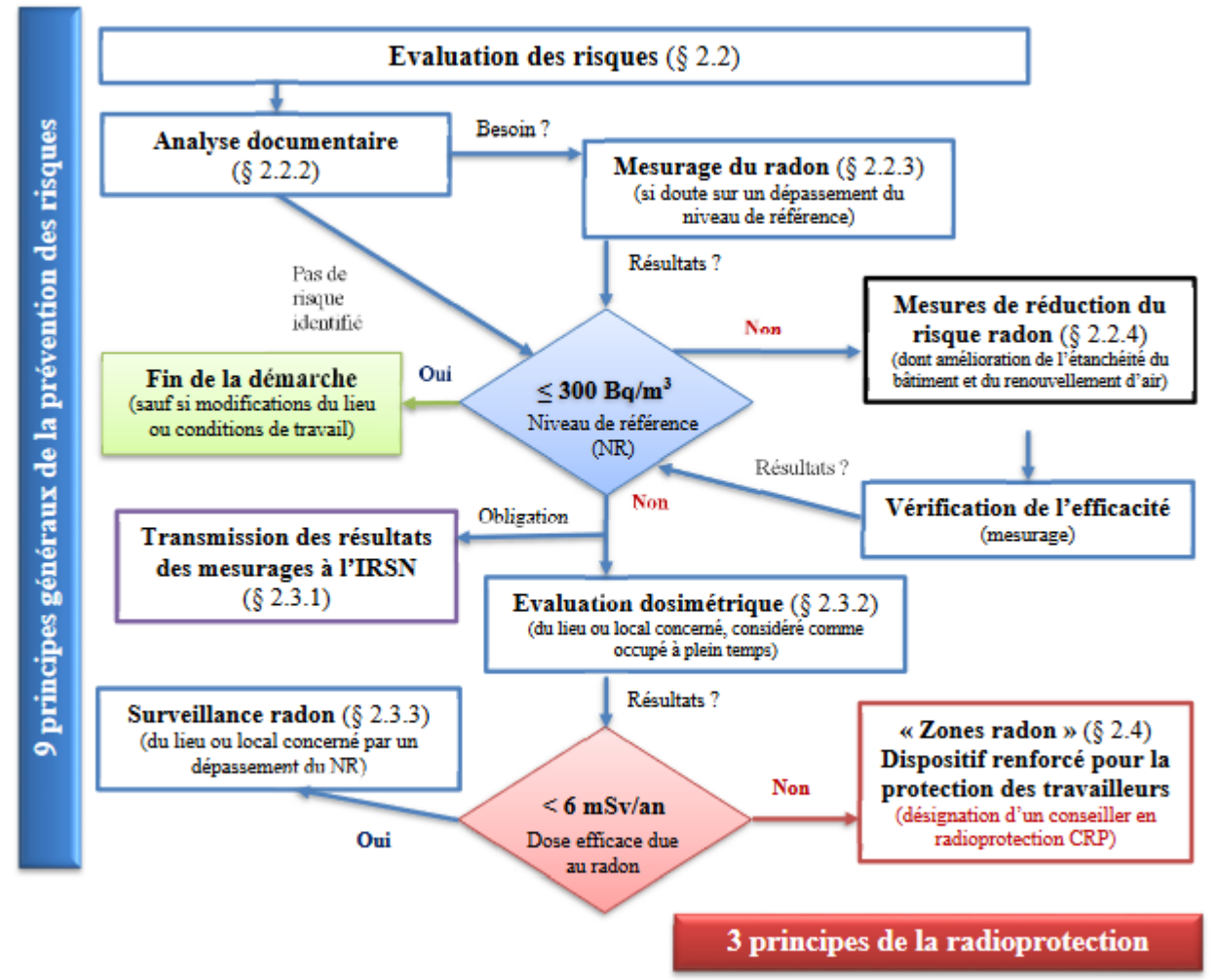
## APPLICATION DU PRINCIPE ALARA SITUATIONS D'EXPOSITION EXISTANTES

---



# EXPOSITION AU RADON

- La réglementation fixe un niveau de référence
- Demande de revenir au dessous du niveau de référence
- La réglementation
- Absence d'objectif et d'outils en dessous du niveau de référence



# 6

## CONCLUSION

---

## CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

- Une intégration progressive du principe ALARA dans la réglementation française depuis 1986 ;
- ALARA un moyen opérant pour répondre à une situation d'incertitude scientifique et permet aux RAN et à l'autorité de se positionner pour agir et contrôler ;
- Les NRD sont un outil particulièrement efficient pour mettre en œuvre le processus d'optimisation par la mise en œuvre d'un retour d'expérience au niveau local et national ;
- L'analyse des données est un enjeu majeur pour la progression de l'optimisation (actualisation des NRD, nouveaux actes, SISERI....) ;
- Des champs restent à explorer (contraintes de doses public, niveaux de référence)
- ALARA s'inscrit dans d'autres démarches (principes de prévention, meilleures techniques disponibles...).

## RESPONSABILITÉ & ENVIRONNEMENT - AVRIL 2024 - N°114 © Annales des Mines

Pollutions industrielles : qu'est-ce qu'une industrie propre ?

# Les vertus du principe ALARA en radioprotection – opportunités et limites d'une transposition au domaine des impacts industriels

Par Pierre BOIS

Directeur général adjoint de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN)

