

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

Le radon 222 dans l'eau du robinet

Journées thématiques de la SFRP sur le radon

30-31 mars 2011 Montbéliard

Jeanne Loyen

D. Champion, M.C. Robé, A. Brassac,

R. Améon, A. Rannou

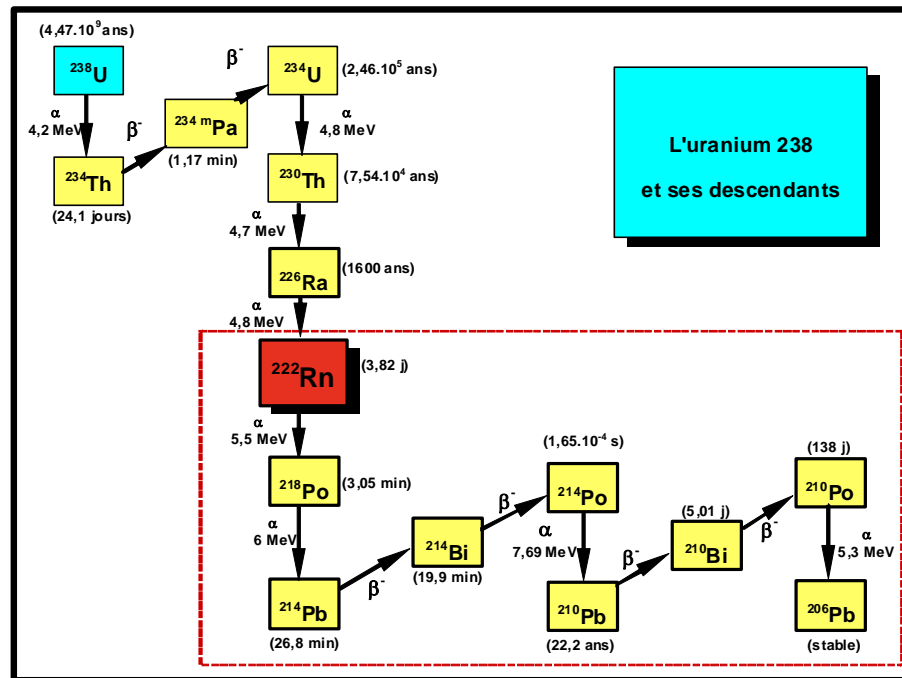


Le radon dans l'eau : généralités ^[1]

Le radon 222 est un gaz radioactif naturels émetteur de rayonnements alpha de période de 3,82 jours

Dans les eaux, il provient:

- de la décroissance du radium 226 dissous
- de la dissolution du radon 222 présent dans la roche en contact avec l'eau



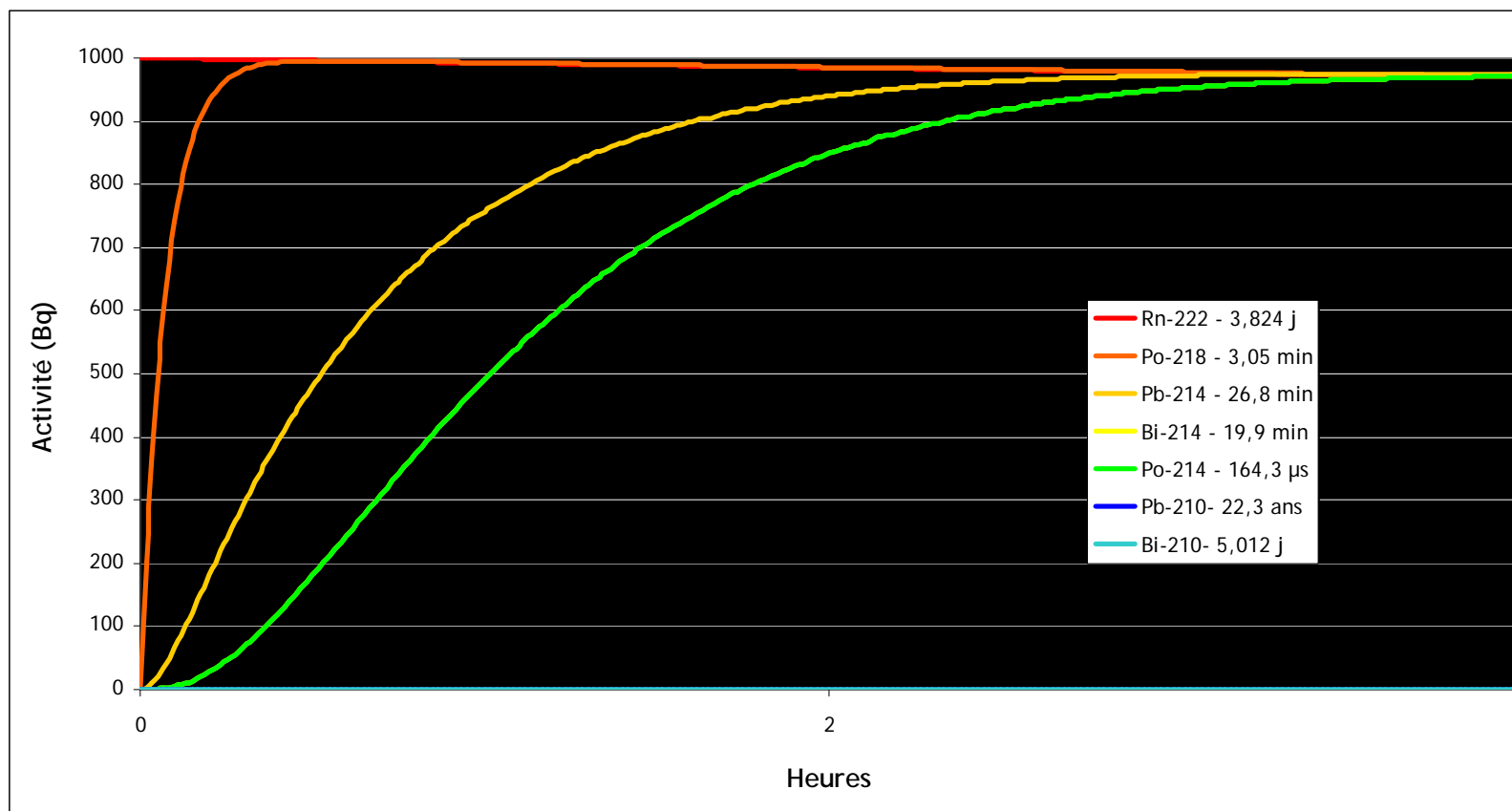
[1] R. Améon *et al* 2010 Le radon dans l'eau *Rapport IRSN/DEI-2010-05*

Le radon dans l'eau : propriétés [1]

- L'activité volumique du radon dans l'eau d'un aquifère dépend de plusieurs facteurs :
 - les caractéristiques de la roche formant l'aquifère (concentration en uranium et en radium, porosité et densité)
 - les propriétés de transfert du radon et le temps de résidence de l'eau dans l'aquifère
- A l'air libre, le radon dissous dans l'eau est facilement volatil ; il en résulte un dégazage rapide vers l'atmosphère :
- La solubilité du radon dans l'eau décroît lorsque la température de l'eau augmente et dépend de la composition chimique de l'eau

[1] R. Améon *et al* 2010 Le radon dans l'eau *Rapport IRSN/DEI-2010-05*

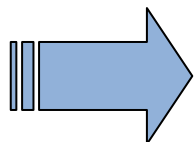
Métrologie du radon222



Après quelques heures, le radon 222 est en équilibre avec ses descendants à vie courte: le polonium 218, le plomb 214, le bismuth 214 et le polonium 214.

Métrologie du radon 222

- Selon la norme NF M60 761 (ISO 13164), il est possible de mesurer le radon 222 dans l'eau soit par dégazage soit par spectrométrie gamma.
- Mesure indirecte par spectrométrie gamma des descendants à vie courte du radon 222 (bismuth 214 et plomb 214):



- consignes strictes de prélèvement pour éviter tout dégazage (sous estimation de l'activité);
- échantillon prélevé en double exemplaire dans un récipient hermétique en aluminium (absence de fuite);
- prélèvement transmis au laboratoire dans les plus brefs (période courte).

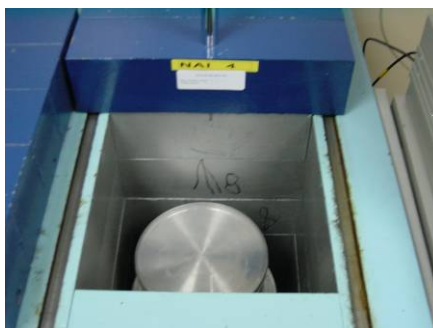
Les activités en radon 222 sont toujours exprimées à la date de prélèvement.

Métrologie du radon 222

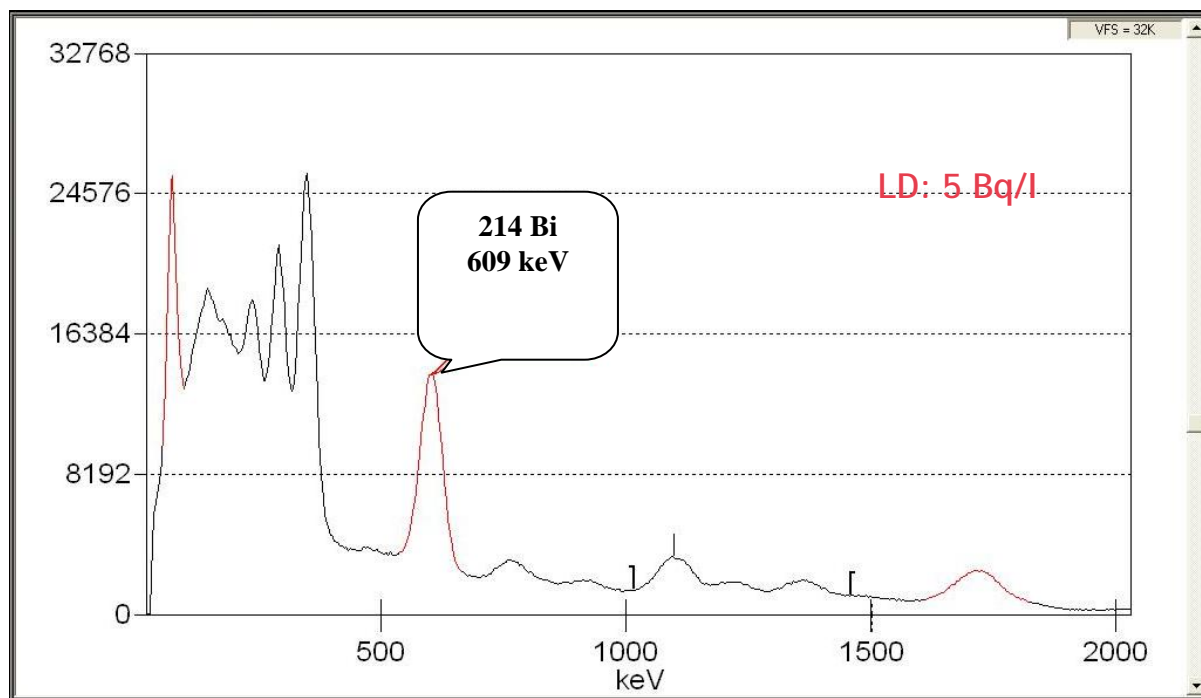
La mesure par spectrométrie gamma se base sur l'équilibre radioactif entre le radon 222 et ses descendants qui est atteint au bout de quelques heures.



Flacons de prélèvement



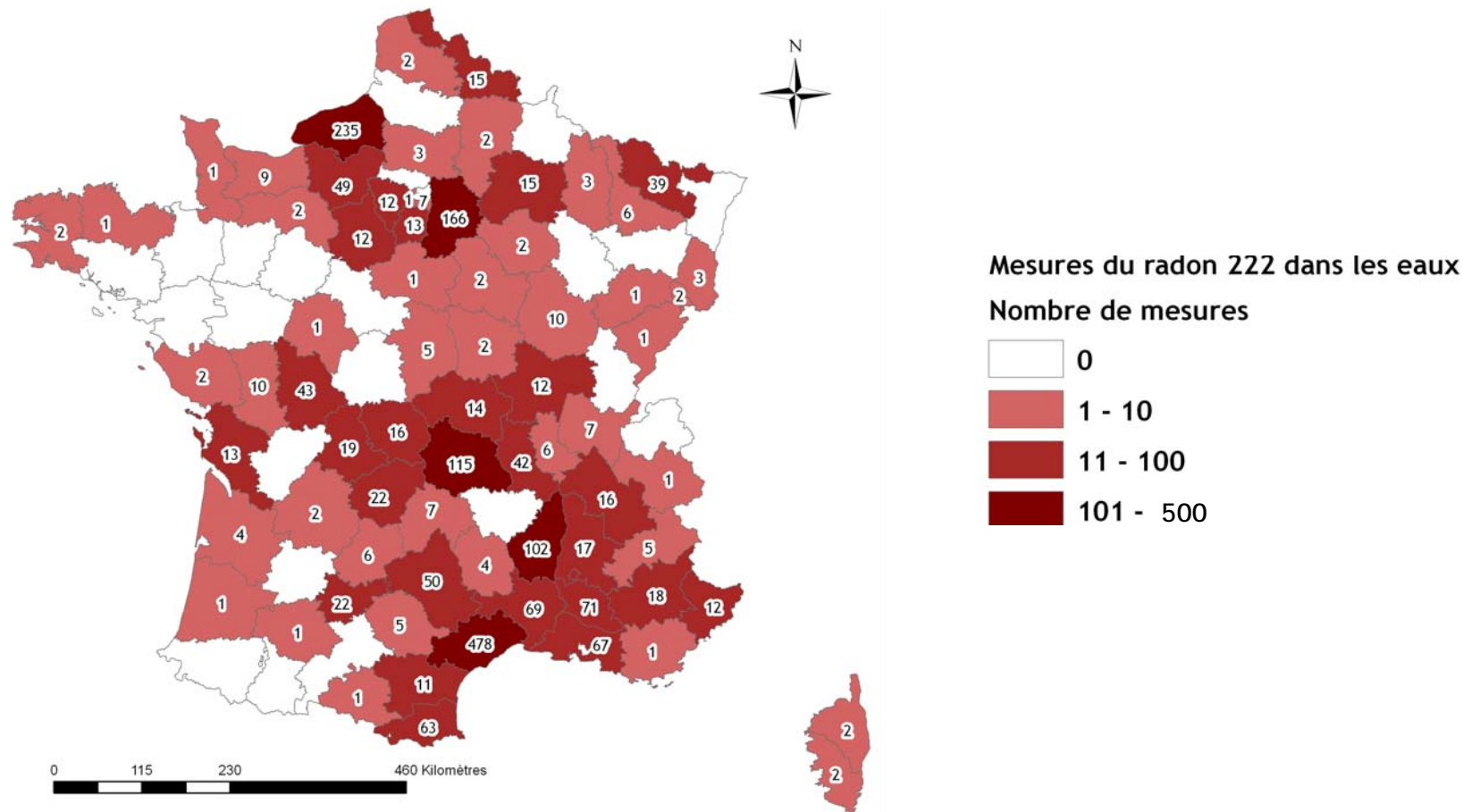
Détecteur NaI



Spectre gamma des descendants du radon 222 obtenu sur un détecteur de type NaI (temps de comptage d'une heure)

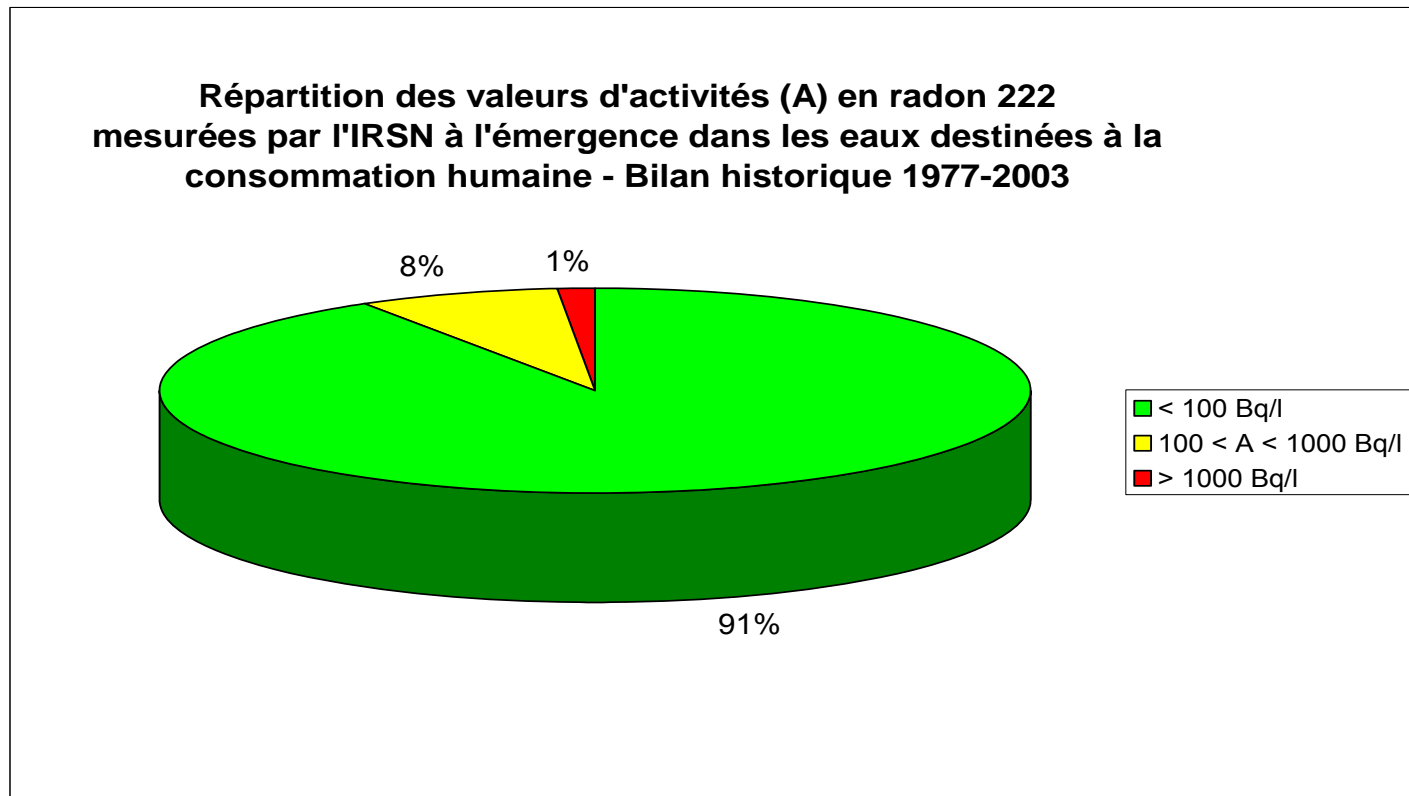
Le radon 222 dans l'eau en France [2]

IRSN dispose de résultats de mesure effectués entre 1997 et 2003 sur près de 2000 captages d'adduction en eau potable



Le radon 222 dans l'eau en France [2]

Répartition des 2000 valeurs historiques à l'émergence (1997-2003)



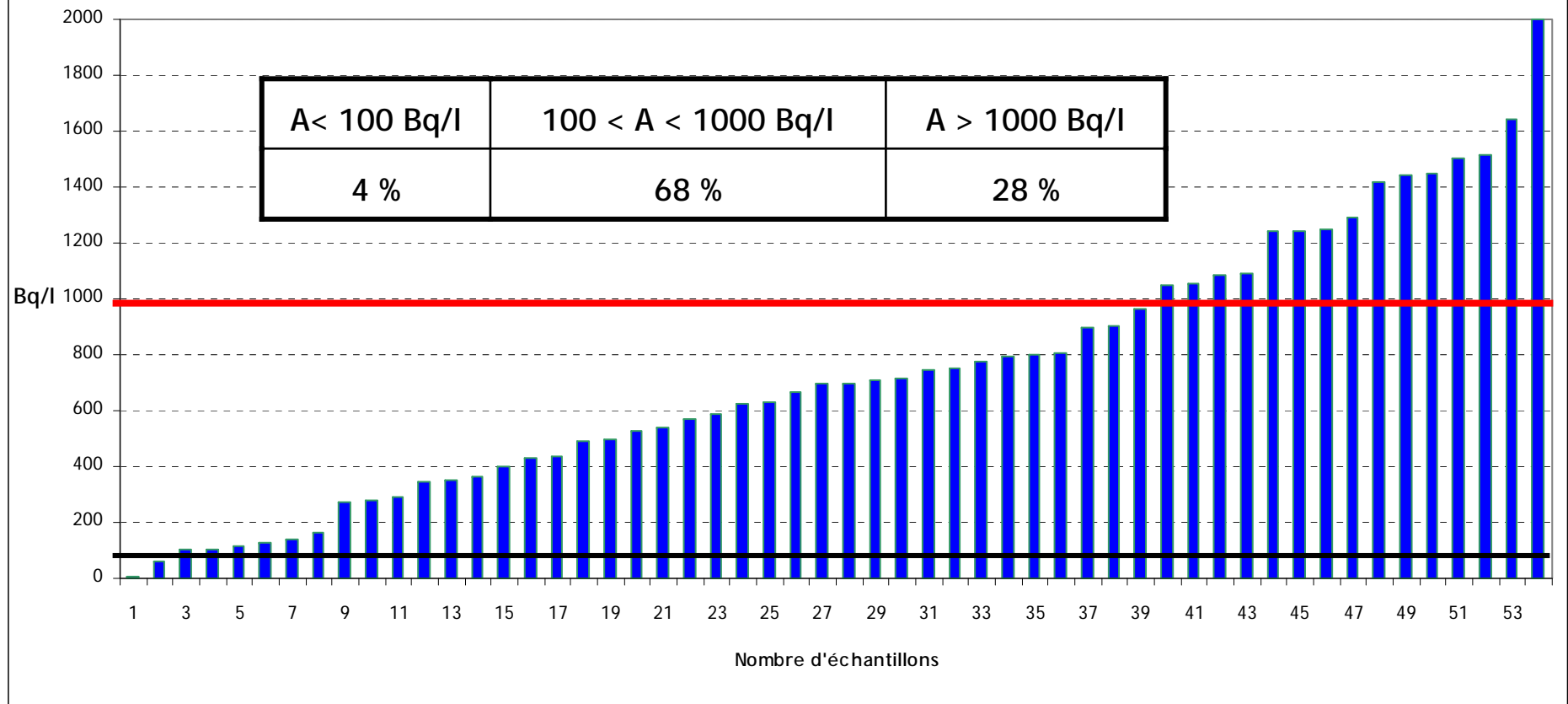
La plage des valeurs significatives s'étend de 6,6 Bq/l à 3100 Bq/l.

[2] J. Loyen, Mesure du radon 222 dans l'eau des captages AEP : bilan historique des mesures réalisées entre 1977 et 2003. *Rapport IRSN/DEI/STEME-2010-03*

Le radon 222 dans l'eau en France [3]

Etude locale à l'émergence à la demande de l'ARS (2009-2010)

Activité volumique en radon 222 à l'émergence (2009)



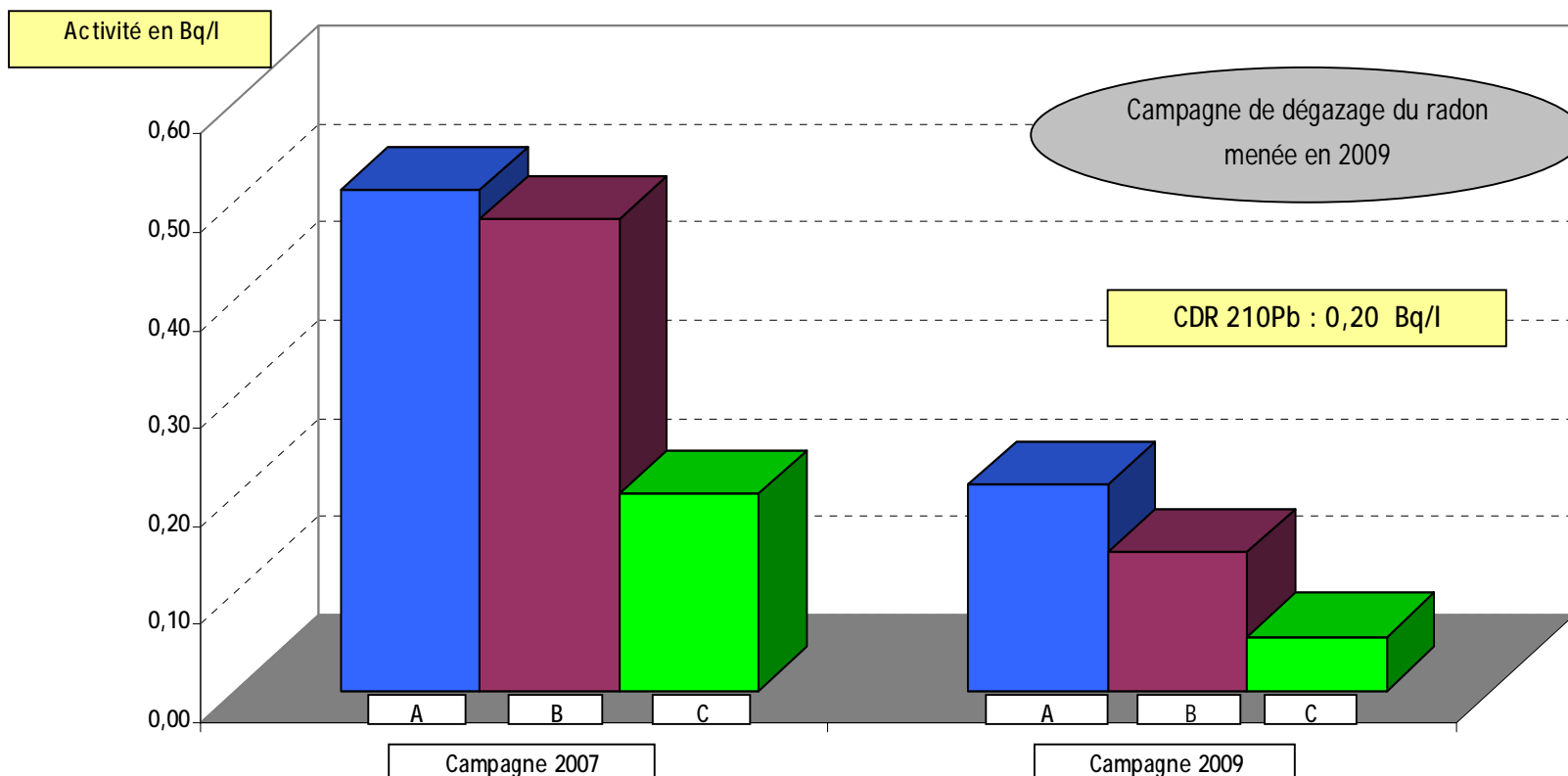
La plage des valeurs significatives s'étend de 5,5 Bq/l à 2003 Bq/l.

[3] A. Brassac, J. Loyer Analyse de la radioactivité des eaux - Bilan des résultats obtenus en 2009 *Rapport IRSN/DEI/STEME 2010-06*

Le radon 222 dans l'eau en France

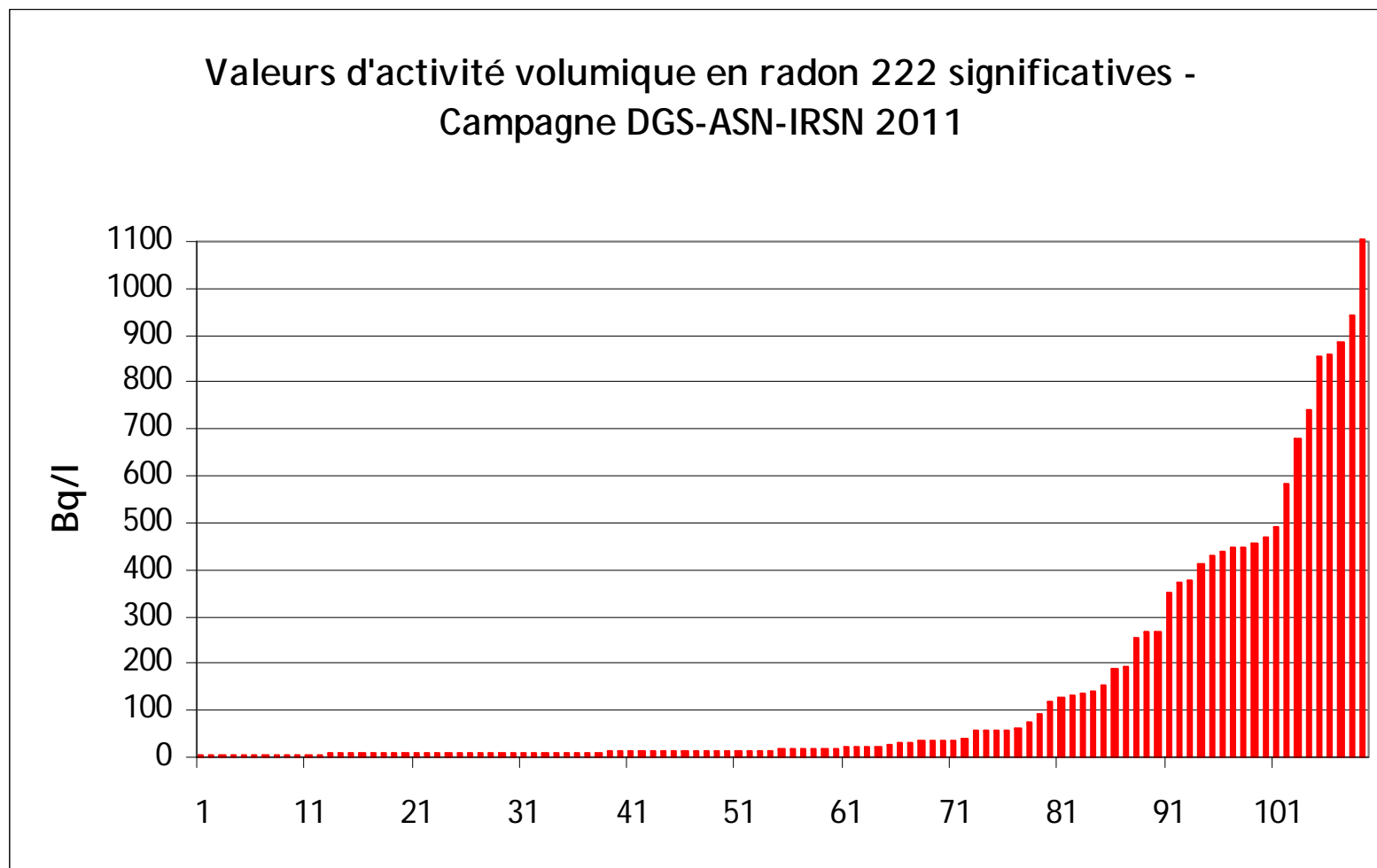
Activité Plomb 210

■ commune A ■ commune B ■ commune C



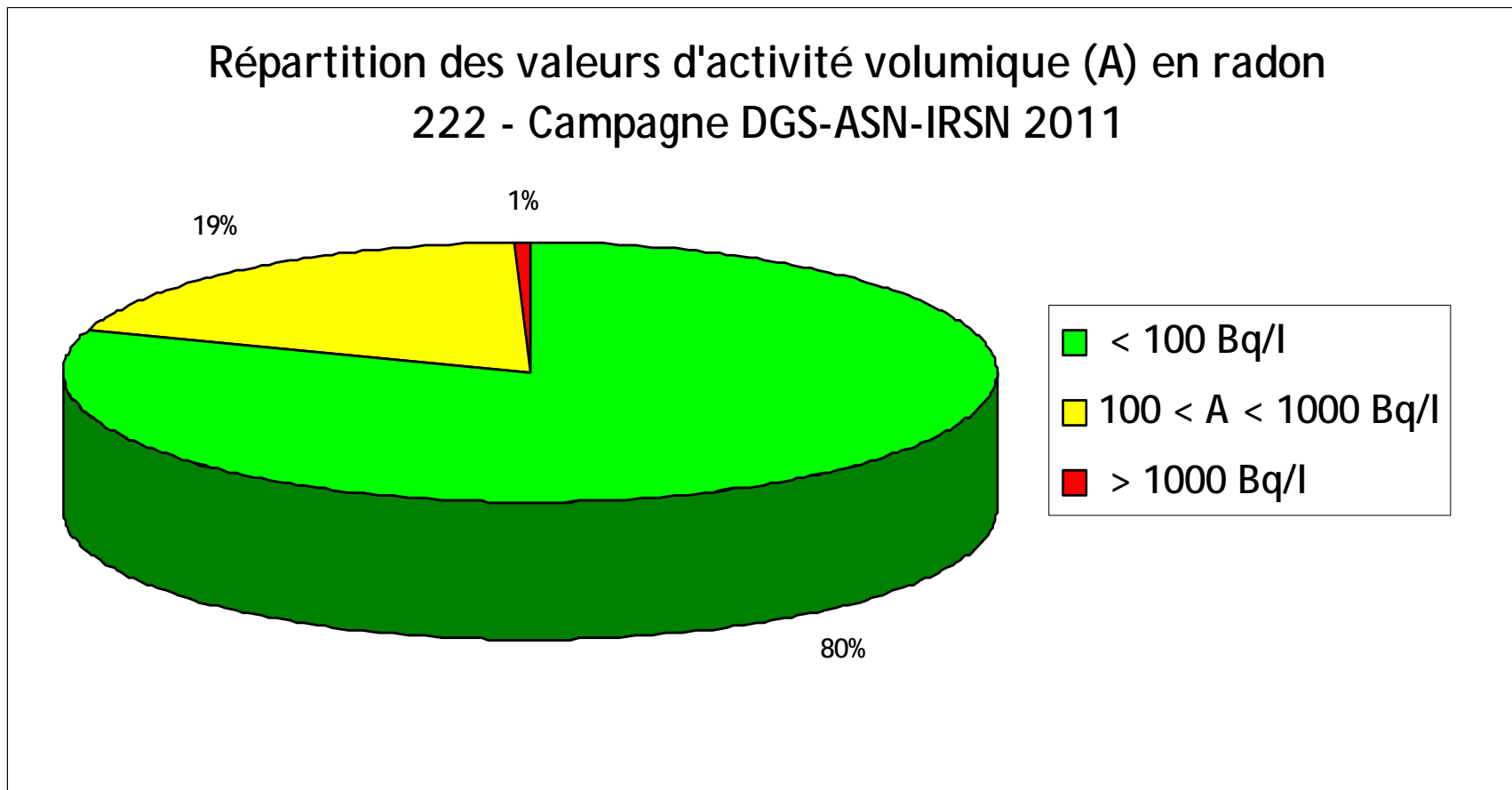
Le radon 222 dans l'eau en France [4]

Etude Nationale DGS-ASN-IRSN (2011) sur 26 départements volontaires



Le radon 222 dans l'eau en France [4]

Etude Nationale DGS-ASN-IRSN (2011) au point de distribution (P2)



153 mesures ont été réalisées; La plage des valeurs significatives s'étend de 2,9 Bq/l à 1103 Bq/l.

[4] A. Brassac, J. Loyen Campagne d'analyses du plomb 210 dans les eaux potables- Point au 1er FEVRIER 2011 Note technique DEI/STEME -11-01

Analyse de la radioactivité de l'eau

■ La stratégie d'analyse de la radioactivité de l'eau découle des dispositions réglementaires applicables en France :

- Directive 98/83/CE du 3 novembre 1998 (+ Recommandation OMS)
- Code de la santé publique (art. R1321-1 à 63)
- Arrêtés ministériels du 12 mai 2004 (modalités de contrôle) et 11 janvier 2007 (référence de qualité)
- Circulaire DGS et recommandations ASN du 13 juin 2007

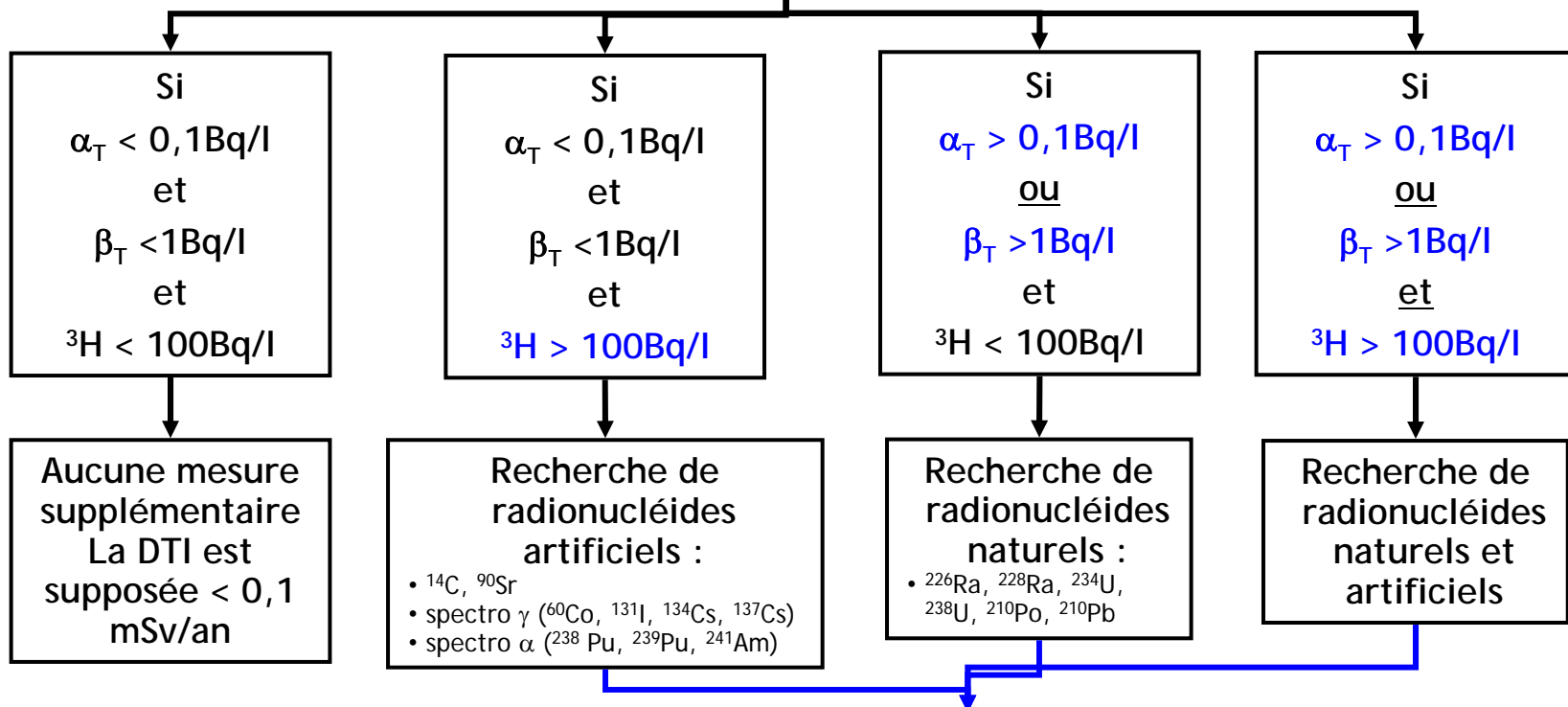
■ Analyses par étapes effectuées dont le donneur d'ordre est l'ARS :

- **Première étape systématique d'analyse** d'indicateurs radiologiques globaux, dont le résultat détermine l'engagement d'une **seconde étape optionnelle d'analyse** de paramètres radiologiques plus spécifiques
- Recours à des techniques analytiques normalisées, accréditées COFRAC
- Analyses réalisées par des laboratoires agréés par la DGS
- IRSN appui technique de l'ASN et de la DGS

Stratégie d'analyse au point P2

Résultats de mesure :

- Activité alpha globale (α_T)
- Activité bêta globale résiduelle (β_T)
- Tritium ^3H



Calcul de la DTI : Σ (activités des RN \times Coefficients de dose par ingestion) \times 730 L/an

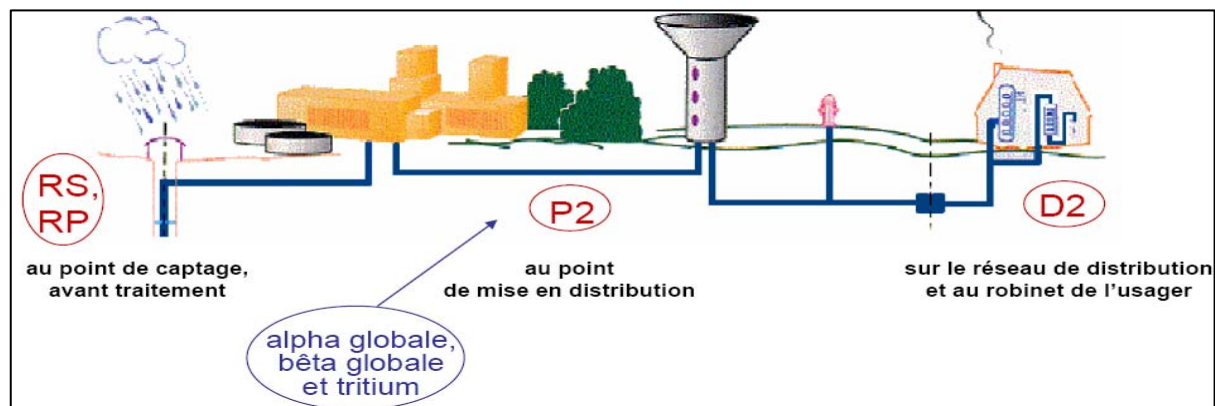
Le radon: un radionucléide à part

Contexte réglementaire:

- Priorité à l'étude du radon 222 dans l'air, le risque lié à l'ingestion de radon 222 est reconnu comme moindre
- Les descendants à vie longue, polonium 210 et plomb 210 sont pris en compte
- Recommandation de la CE (2001): « aucune mesure corrective si activité < 100Bq/l » et « pour les activités > 1000 Bq/l, mesures correctives jugées justifiées »

Du captage au robinet, l'activité du radon décroît par dégazage et décroissance radioactive :

- Effet des opérations de traitement et de stockage intermédiaire de l'eau
- La concentration en radon de l'eau du robinet n'est pas la même que celle à l'émergence



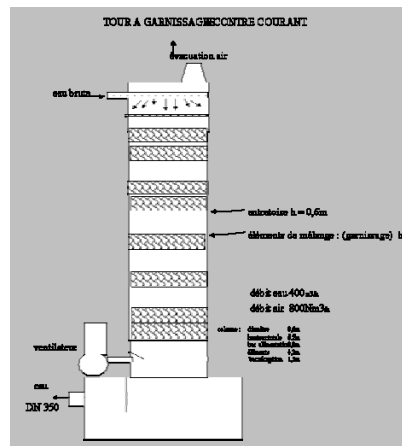
Comportement dans le réseau [5]

Du captage au robinet du consommateur

- Réduction globale du Radon sur le réseau 20 à 80% selon les configurations du réseau
- Réservoirs: effet combiné du temps de séjour et chutes d'eau, élimination 40 à 80%
- Etapes de traitement: effet chute d'eau sur étape de filtration, élimination radon 40% à 60%

Technologies de remédiation

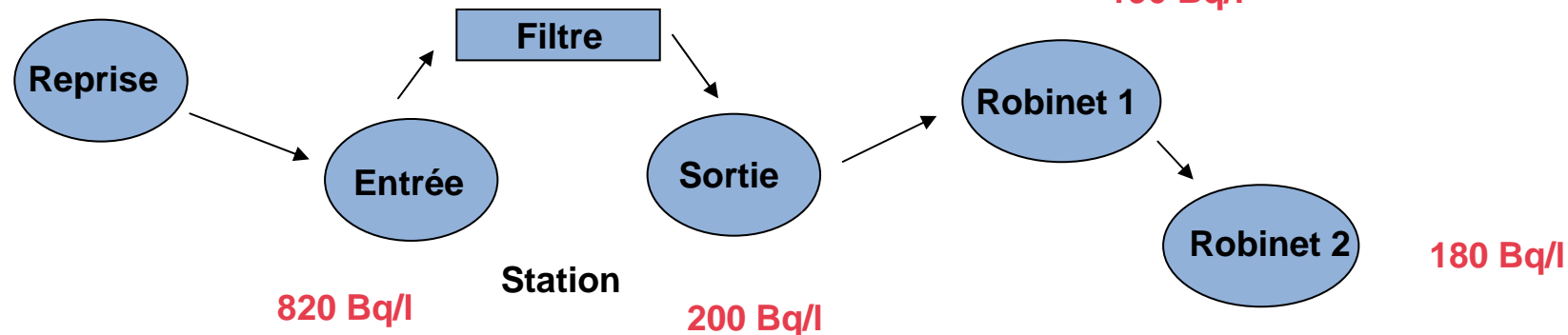
- Elimination par dégazage
- Adsorption sur Charbon actif en Grain
- Filtration membranaire



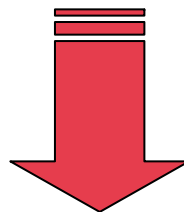
[5] F. Bourguin 2010 *Traitement des eaux Elimination des radioéléments d'origine naturelle SAUR Direction Exploitation*

Evolution le long du réseau (1) [6]

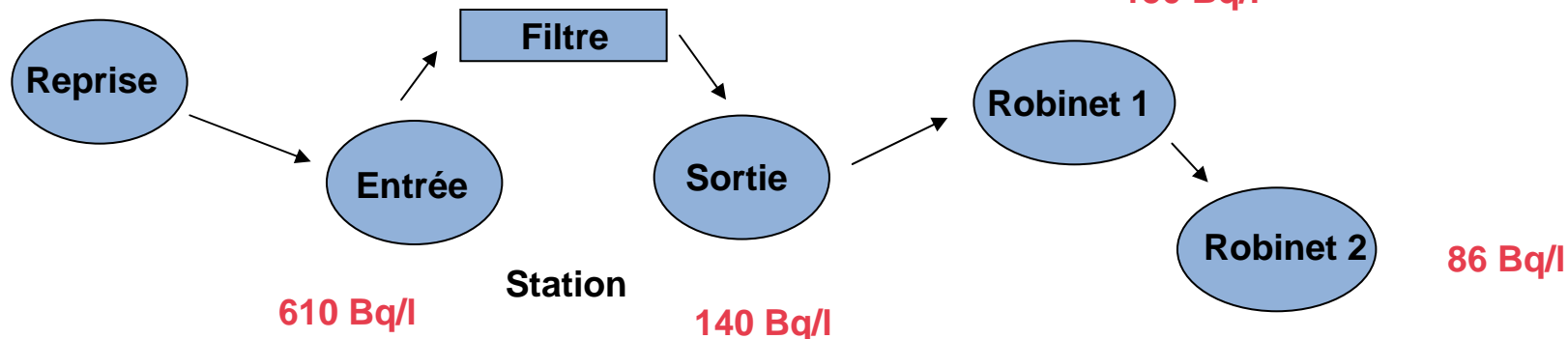
1100 Bq/l



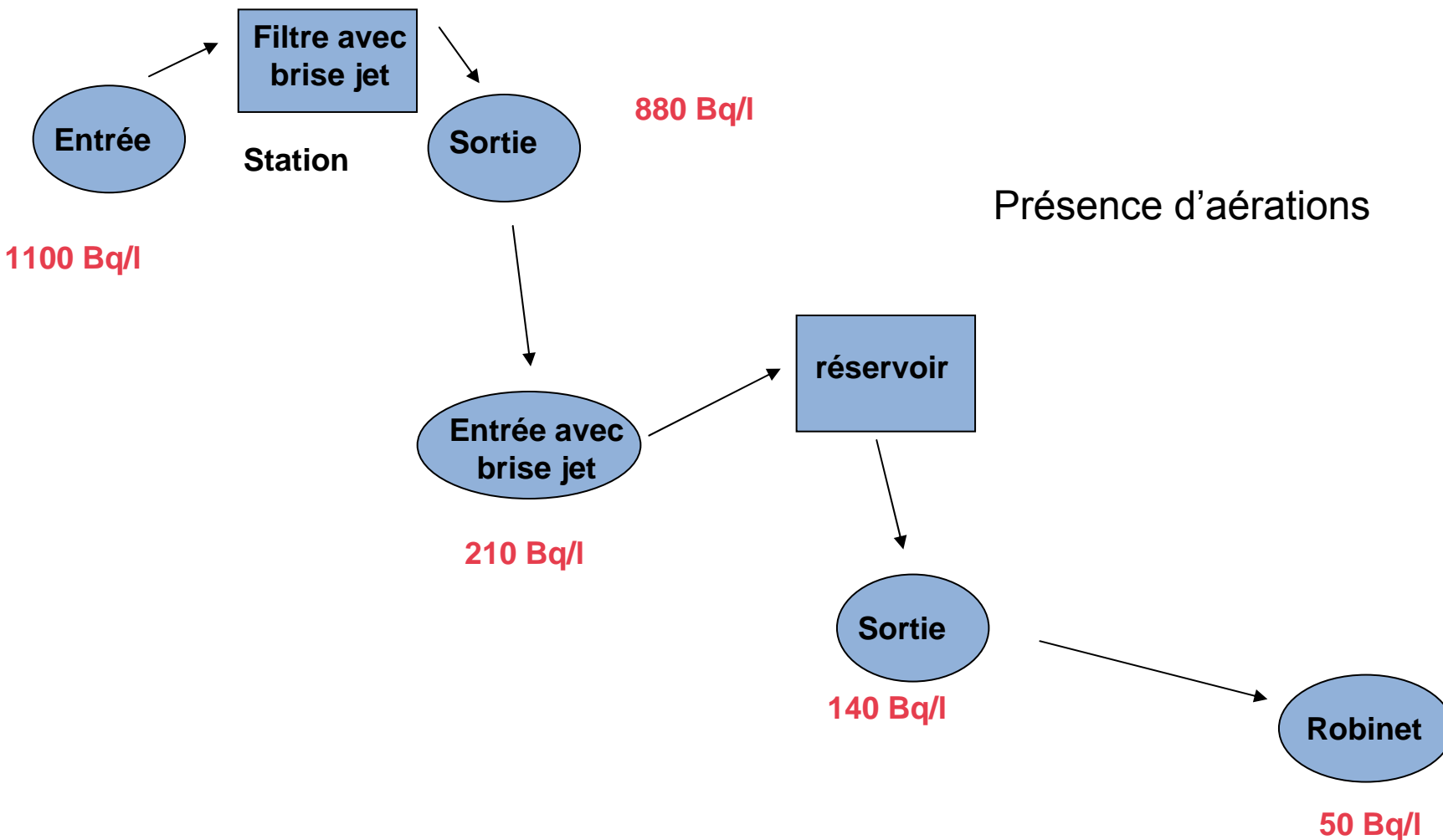
Création d'aérations



1300 Bq/l



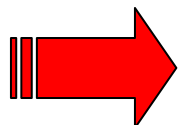
Evolution le long du réseau (2) [6]



[6] A.Larigaudie 2011 Schémas des réseaux et résultats des mesures de radon 222 DEX expertise SAUR

Comment estimer une dose? [7]

- Du point de mesure au robinet, l'activité du radon décroît:
 - Effet des opérations de traitement et de stockage intermédiaire de l'eau
 - Décroissance radioactive
- Du robinet au consommateur, le type d'usage de l'eau influence la quantité de radon effectivement incorporée :
 - Perte de radon lorsque l'eau est utilisée pour les préparations alimentaires (cuisson des aliments, café, thé, biberon...) ou mise en carafe



Le fait de supposer que la concentration en radon dans l'eau consommée est identique à celle mesurée au robinet (a fortiori à l'émergence ou au point P2) conduit à surestimer l'exposition

- Le radon 222 est un gaz :
 - Ingestion et inhalation simultanées et difficilement dissociables: les estimations de dose efficace engagée chez l'adulte par unité d'activité de radon ingéré s'échelonnent sur deux ordres de grandeur
 - Ne peut pas être considéré comme un simple radionucléide supplémentaire dans l'estimation de la DTI

[7] I C R P, 1990. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Ann ICRP. 21, 1-3

Estimation des doses [8]

Hypothèse initiale : l'activité du radon dans l'eau du robinet est supposée être en permanence de **1000 Bq/l**



Prise en compte des différentes formes de consommation de l'eau à hauteur de 2 l/j pour un adulte ⇒ Perte partielle de radon dans l'eau ingérée



Application des coefficients de dose par ingestion ⇒ estimation de la dose efficace annuelle



Résultat pour un adulte [8] :

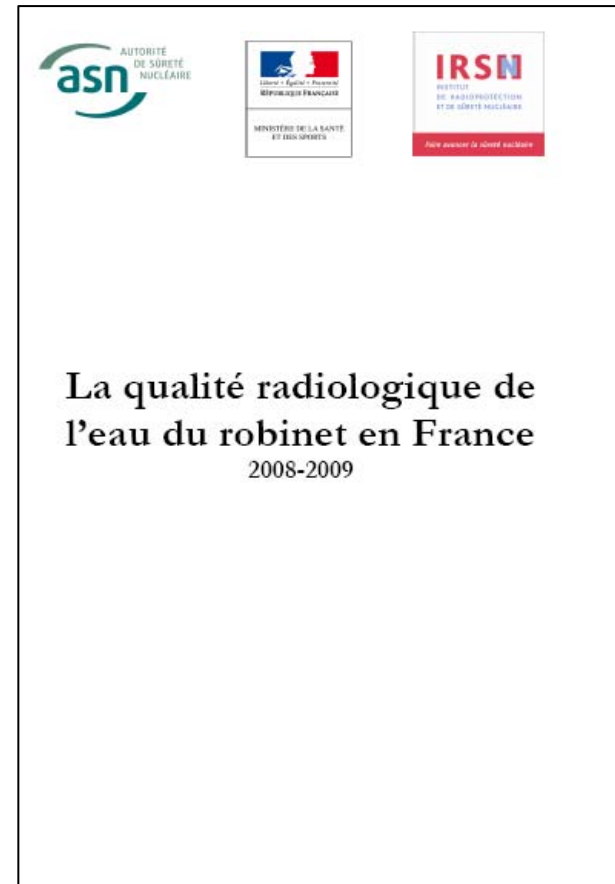
dose annuelle estimée entre **0,2 et 1,8 mSv/an**

[8] Recommandation de la Commission du 20/12/2001 concernant la protection de la population contre l'exposition au radon dans l'eau potable 2001/928/Euratom

Vers une évolution de la réglementation relative au radon 222 ?

En février 2011, parution du second bilan ASN DGS IRSN :

- Nécessité de prendre en compte ce radionucléide même s'il s'agit d'un risque faible
- Réflexion préalable pour la mise en place des contrôles: réglementation ciblée tenant compte de la nature du sous sol et de la configuration du réseau
- Mise en place d'un agrément des laboratoires



Merci pour votre attention!



www.irsn.fr

<http://www.sante.gouv.fr/eau-et-radioactivite.html>

<http://www.asn.fr/index.php/S-informer/Actualites>