



Société française de radioprotection
Journées « Eau, Radioactivité et Environnement »
3 et 4 décembre 2014

Prélèvements d'eau dans l'environnement : de la théorie à la pratique

F. Leprieur, B. Philippot, P.-Y. Hémidy, P. Devin, G. Perrier, M. Calvez

IRSN
INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE



A
AREVA



Sommaire

- 1. Introduction***
- 2. Définir le référentiel à adopter (normes et guides méthodologiques)**
- 3. Élaborer la stratégie et le programme d'échantillonnage**
- 4. Choisir la technique et le matériel d'échantillonnage**
- 5. Maintenir la stabilité des analytes**
- 6. Assurer la traçabilité de l'échantillonnage**
- 7. Conclusions et perspectives***



1. Introduction (1/2)

L'eau : milieu récepteur et vecteur de transfert



Milieu récepteur des radionucléides naturels et artificiels issus :

- du compartiment terrestre par lessivage des sols et ruissellement ;
- des rejets liquides d'installations (industries, hôpitaux, laboratoires, etc.) ;
- du compartiment atmosphérique (dépôts secs, dépôts humides) .



Vecteur du transfert des radionucléides vers les autres constituants du milieu aquatique (faune, flore, sédiments).

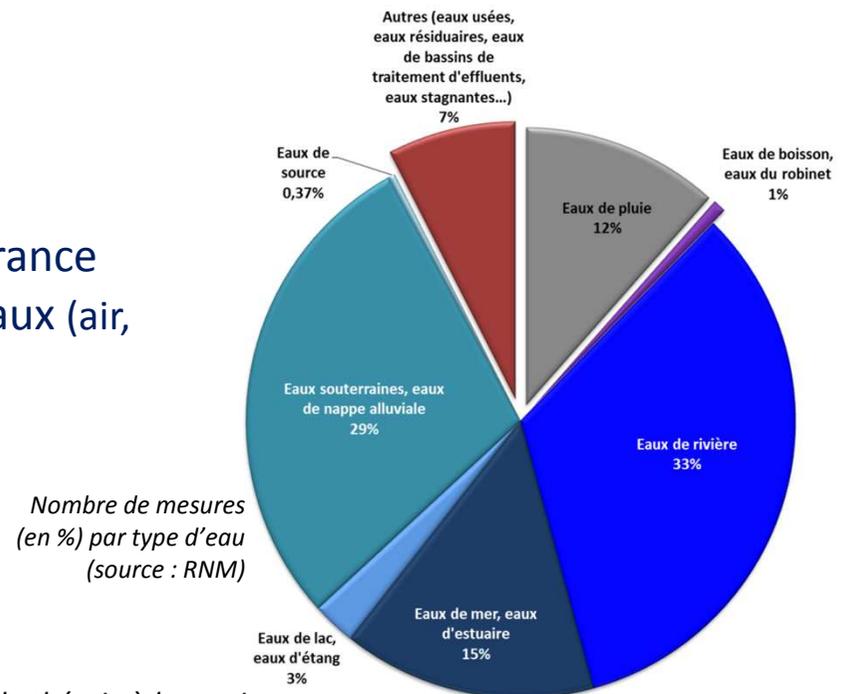


Chiffres clés RNM (2009-2014)



- ✓ L'eau regroupe 16 % des mesures réalisées en France sur l'ensemble des échantillons environnementaux (air, gaz, aérosols, faune, flore, sol, eau)*
- ✓ 1 500 prélèvements / mois
3 200 mesures / mois

* Hors eau de pluie et eau destinée à la consommation humaine



1. Introduction (2/2)



La mesure de la radioactivité de l'environnement en France implique des acteurs multiples, principalement les exploitants d'activités nucléaires, l'IRSN, les autorités de sûreté nucléaire (ASN, ASND), les directions ministérielles (DGAL, DGCCRF) et les services de l'état en charge des contrôles sanitaires.

D'autres acteurs de la société, notamment associatifs (CLI, ACRO, CRIIRAD), participent à des activités d'étude ou de surveillance de l'environnement.

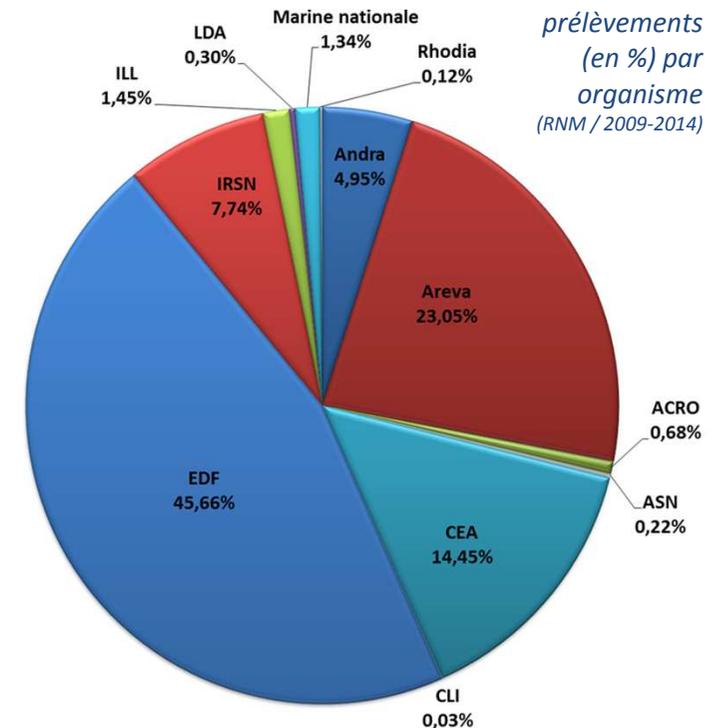


En fonction de ses **objectifs**, de ses **missions** (surveillance régulière, étude particulière, programme de recherche) ou de ses **obligations** (notamment réglementaires), chaque acteur met en œuvre une **stratégie** qui lui est propre en termes de :

- prélèvements (types, localisation, fréquence, méthodes, etc.),
- et de mesures associées (radiologiques, physico-chimiques ou biologiques).



L'ensemble de ces opérations s'appuie sur les différents référentiels et guides en vigueur.



2. Définir le référentiel à adopter

Le référentiel normatif est très riche, décrivant toutes les techniques envisageables, on note particulièrement les familles : **ISO 5667** et **FD T90-523**.



La consultation et l'utilisation des guides méthodologiques émis par les organismes de référence et les utilisateurs sont fortement conseillées, permettant ainsi de bénéficier d'un retour d'expérience très riche, on note particulièrement :



Guides des organismes nationaux :



Guide méthodologique inter-exploitant (*Andra, Areva, CEA, EDF, Marine*)



Guides de certification des matériels :



« Pays nordiques »



Royaume-Uni



Pour de nombreux laboratoires, une conformité à la norme **NF EN ISO/CEI 17025** (ou équivalent) est souhaitée, voire requise, à divers titres (*réglementation, demande Client...*). Ce référentiel peut également être complété par les documents émis par le **COFRAC** (*LAB REF 02, LAB GTA 95...*).

3. Elaborer la stratégie et le programme d'échantillonnage

(1/3)

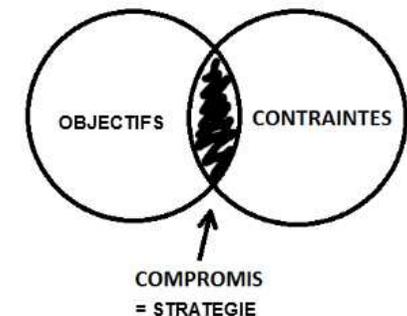
Les **objectifs** assignés aux mesures permettent de définir la « **qualité des données** » à obtenir et donc la **stratégie et le plan d'échantillonnage** à adopter afin d'assurer la représentativité et la validité des mesures.



Un programme d'échantillonnage sera bien souvent un **compromis** entre :

- la **qualité optimale** visée en termes de représentativité et de répétabilité,
- et la prise en compte des **contraintes pratiques** (facilité d'accès, pérennité de la station, sécurité) et **économiques** (coûts de réalisation, d'exploitation...).

Trouver ce « juste-milieu » constitue la principale difficulté lors de cette étape conditionnant la stratégie à appliquer pour dérouler les étapes suivantes.



3. Elaborer la stratégie et le programme d'échantillonnage

(2/3)

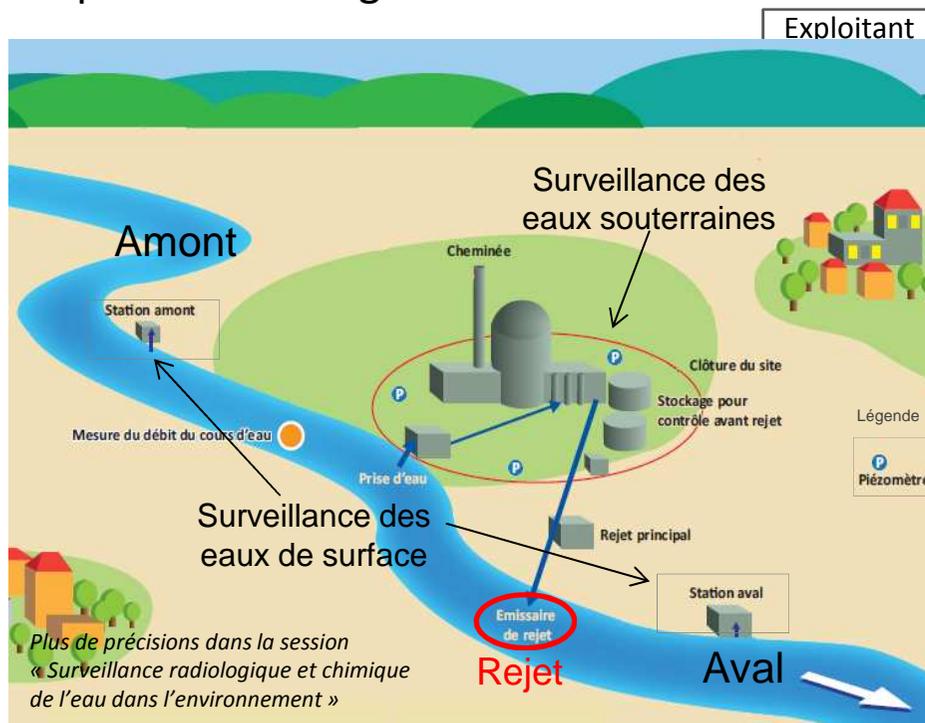
Principaux éléments contenus dans les programmes d'échantillonnage :

Localisation des sites d'échantillonnage	Longitude / latitude, altitude / profondeur, codification des sites, commune / adresse, téléphone, conditions d'accès ...
Fréquences de mise en œuvre	Fixe (ex : quotidienne à annuelle) ou événementielle
Durées de prélèvement	Ponctuelle / aliquote / continue, marée...
Méthodes de prélèvement et équipements	Manuels (flacon sur perche télescopique ou préleveur à immersion) / automatiques (hydrocollecteur)
Caractéristiques de l'échantillon	Nombre, volume, flaconnage, remplissage...
Mesures <i>in situ</i>	pH, conductivité, température... (si requis)
Traitements et conservation des échantillons	Sur le terrain et pendant le transport (T°, pH, filtration, entraîneur...) + durées (en fct des analytes recherchés)
Destinataire(s)	Contraintes temporelles, adresse...
Programme analytique	Mesures prévues (physico-chimiques, radiologiques...)
Toute autre information utile	...

3. Elaborer la stratégie et le programme d'échantillonnage

(3/3)

Les modalités retenues dans le plan d'échantillonnage peuvent être très différentes selon qu'il s'agisse d'un objectif de **surveillance de routine** d'un milieu d'intérêt (suivi de l'évolution dans le temps des indicateurs) ou d'une **caractérisation ponctuelle d'un territoire** à plus ou moins grande échelle.



Stratégie d'échantillonnage autour des installations nucléaires



stratégie d'échantillonnage de l'IRSN sur le territoire national

La différence la plus visible entre ces deux exemples porte sur la **statistique d'échantillonnage** (nombre d'échantillonnages sur la zone d'étude, niveau de performances analytiques, etc.).

4. Choisir la technique et le matériel d'échantillonnage (1/3)

Le référentiel décrit l'ensemble des techniques d'échantillonnage existantes.

Les techniques d'échantillonnage peuvent être regroupées selon 2 caractéristiques principales :

➤ La temporalité d'échantillonnage :

- **Ponctuel** : obtenir un échantillon représentatif à un instant « t »
- **Fractionné \approx aliquote** : obtenir un échantillon représentatif d'une période (*sous-entendu par la dénomination « en continu »*)

Les objectifs de l'échantillonnage conduisent le plus souvent à un choix évident.

➤ Le geste d'échantillonnage :

- **Manuel**, réalisé directement par l'opérateur dans le milieu, ex : flacon immergé à la main
- **Assisté par un équipement** (ex : flacon sur perche, bailer ...)
- **Automatisé**, l'opérateur n'intervient pas directement pour réaliser l'échantillonnage (ex : hydrocollecteur).

Chaque type de geste présente des avantages et des inconvénients.



4. Choisir la technique et le matériel d'échantillonnage (2/3)

En pratique, il est rare que plusieurs techniques correspondent réellement au besoin.

Le choix de la solution la plus adaptée repose dans un premier temps sur l'élimination des techniques non-viables puis sur un compromis entre les différentes contraintes :

-  La sécurité (*opérateur, public, environnement et équipements*) ;
-  La stratégie et le plan d'échantillonnage (*fréquence, durée...*) ;
-  La représentativité de l'échantillonnage (*localisation du point, profondeur...*) ;
-  Les contraintes opérationnelles (*accessibilité, commodités, topographie...*) ;
-  La stabilité de l'analyte (*conditionnement, cinétique de dégradation*) ;
-  La facilité de mise en œuvre (*temps, coût, technicité*).

La justesse du choix de la technique repose sur une bonne connaissance des objectifs, des contraintes et des techniques.

 Lorsque les opérations d'échantillonnage sont renouvelées régulièrement sur un point fixe, l'investissement dans des infrastructures d'échantillonnage à poste fixe présente un intérêt indéniable.

4. Choisir la technique et le matériel d'échantillonnage (3/3)

De nombreux équipements d'échantillonnage existent dans le commerce, répondant à l'ensemble des cas d'usage.

Le choix repose sur des critères similaires à ceux proposés pour la technique d'échantillonnage. On retiendra particulièrement :

- La sécurité de l'opérateur ;
- La compatibilité des matériaux avec les analytes et les caractéristiques des eaux (corrosion) ;
- La facilité d'utilisation, d'entretien et de maintenance ;
- Le coût à l'usage (notamment pour ceux à usage unique).



5. Maintenir la stabilité des analytes

L'échantillon doit conserver ses propriétés d'intérêt jusqu'à la détermination des analytes. Or, les propriétés de l'échantillon peuvent évoluer dans le temps. Pour s'en prémunir, des contraintes sont appliquées :

- Conditionnement chimique et / ou thermique (pH, maintien de la T° ou réfrigération...);
- Durée maximale de conservation entre l'échantillonnage et l'analyse (> actions réalisées in situ) ;
- Matériaux en contact avec l'échantillon (équipements d'échantillonnage, flaconnage...);
- Contraintes d'échantillonnage (contact avec l'air...).

Ces éléments sont à intégrer dès la conception de la stratégie et du plan d'échantillonnage.

Le référentiel normatif (surtout NF EN ISO 5667-3) présente des lignes directrices sur ces sujets.

❗ L'abaissement de la température d'un échantillon d'eau depuis celle du milieu jusqu'à quelques degrés (1 - 5°C ou $5 \pm 3^\circ\text{C}$) requiert habituellement plusieurs heures et un équipement actif de réfrigération \neq conditions disponibles lors du transport \rightarrow **difficultés d'application.**

❗ La présence d'espaces vides dans un caisson isotherme dégrade les performances, surtout en cas d'ouvertures, il est recommandé de combler avec du film à bulles.

6. Assurer la traçabilité de l'échantillonnage

Les conditions d'échantillonnage doivent être tracées et disponibles pour les entités en charge des essais et de l'interprétation des résultats afin de juger de la validité des données et des conclusions émises.

Ces personnels n'étant pas présents lors de l'échantillonnage, leur jugement repose donc majoritairement sur les informations transmises par l'entité en charge de l'échantillonnage. La qualité et l'exhaustivité de la traçabilité sont donc capitales.

La méthode du QQQCCP est proposée :

- 📎 **Qui** : Identité des opérateurs et contrôleurs
- 📎 **Quoi** : Identification et caractéristiques de l'échantillon
- 📎 **Où** : Propriétés du point d'échantillonnage
- 📎 **Quand** : Dates de chaque étape (*échantillonnage, transport...*)
- 📎 **Comment** : Méthodes et conditions de mise en œuvre
- 📎 **Combien** : Nombre d'échantillons
- 📎 **Pourquoi** : Stratégie, plan d'échantillonnage



7. Conclusions et perspectives

💧 L'échantillonnage conditionne la qualité et la représentativité des résultats de mesure et donc l'atteinte des objectifs de la surveillance ou de l'étude d'un milieu.

💧 Les opérations d'échantillonnage sont mises en œuvre en milieu naturel conduisant à de nombreuses contraintes. Il est important de prendre en compte cette « réalité du terrain » le plus en amont possible pour assurer l'applicabilité du plan d'échantillonnage et sélectionner le matériel et les équipements adaptés.

💧 Un échange approfondi entre les entités en charge de l'échantillonnage et de la mesure doit être réalisé pour identifier et intégrer les contraintes du laboratoire (stabilité...).

💧 La prise en compte des référentiels normatifs et des guides est incontournable dans la mise en place de ces opérations.

💧 Le lancement de travaux visant à redéfinir, sur la base d'expériences, des conditions de conservation des radionucléides semble requis au regard du retour d'expérience des utilisateurs.

