

Société de Calcul Mathématique SA

Outils d'aide à la décision



Analyse critique du dimensionnement

du réseau Teleray

Note de Synthèse

adressée à

l'IRSN

(à l'attention de M. Jean-Christophe Gariel)

par la

Société de Calcul Mathématique SA

Février 2013

rédaction Olga Zeydina, Bernard Beauzamy

L'IRSN dispose d'un réseau des mesures de la radioactivité dans l'environnement, appelé TELERAY, et s'interroge sur la qualité et le dimensionnement de ce réseau.

I. Les objectifs du réseau

Le réseau TELERAY vise trois objectifs, qui ne sont pas clairement compatibles :

- Une surveillance des installations à risque (centrales nucléaires en particulier) : il s'agit ici de détecter une fuite de radioactivité en provenance de ces installations ;
- Une surveillance générale du territoire, destinée en particulier à détecter une radioactivité provenant d'au-delà des frontières et sa propagation sur notre territoire ;
- Une capacité d'alerte en cas d' "événement radioactif", par exemple une "bombe sale" mise en place par des terroristes.

Ces objectifs sont peu compatibles.

La surveillance des installations à risque est déjà assurée par un grand nombre de capteurs spécifiques : ceux de EDF, en premier lieu, et ceux des associations de surveillance de l'environnement. La contribution supplémentaire de TELERAY n'apparaît pas utile, d'autant que les capteurs ne fonctionnent pas toujours correctement (voir ci-dessous).

La surveillance du territoire dans son ensemble est la mission principale. La détection précoce d'un nuage à nos frontières (terrestres ou maritimes) requerrait des capteurs situés sur ces frontières ; ce n'est pas le cas actuellement. La propagation éventuelle du nuage à l'intérieur du territoire requerrait que les capteurs soient disposés selon un maillage régulier (pour assurer la meilleure surveillance) ; ce n'est pas non plus le cas actuellement (on privilégie la proximité des villes pour installer les capteurs).

Le suivi d'un transport de matières radioactives peut se faire en installant des capteurs mobiles au voisinage du transport : ce n'est pas le rôle de TELERAY.

Quant à la détection d'éventuelles "bombes sales", elle est tout simplement impossible, quel que soit le nombre des capteurs mis en jeu. Une bombe sale est, par définition, une bombe contenant une petite quantité de matière radioactive (voire même entièrement dépourvue de matière radioactive !), ayant un effet psychologique sur les populations : il suffit de mettre un paquet de ce type dans une école pour déclencher une panique. Un réseau de capteurs est incapable de détecter un niveau de radioactivité aussi faible. De surcroît, la position des capteurs étant connue, il serait facile de disposer la bombe à distance suffisante de l'un d'eux, si on veut les éviter. Si on veut déclencher une panique, alors au contraire, on disposera les matières radioactives tout près de l'un des capteurs !

En résumé, le réseau TELERAY ne peut servir utilement pour les missions 1 (surveillance des installations à risque) et 3 (actions terroristes). Il peut servir pour la mission 2 (surveillance du territoire), et c'est à ce cadre qu'il faut se restreindre.

II. Nos conclusions

L'ajout des balises modernes (à partir de 2011) n'a pas permis d'améliorer la qualité globale du réseau : depuis 2011, le réseau tout entier présente plus d'interruptions de fonctionnement globales qu'auparavant (ceci pourrait être dû à des problèmes d'installation).

La précision des balises est meilleure avec les nouvelles, mais il n'est pas certain que cet aspect soit critique : une faible précision (erreur de 30%) peut parfaitement suffire pour détecter une forte augmentation de radioactivité (dont nous n'avons pas l'exemple ici).

Pour la surveillance globale du territoire, le réseau, tel qu'il est à l'heure actuelle, est déjà surdimensionné. Il le serait encore plus s'il devait s'aligner sur les normes allemandes.

Nos recommandations seraient : une centaine de balises en France métropolitaine, disposées régulièrement sur un réseau maillé de 70 km de côté.

La multiplication des balises n'est en rien un gage de qualité. Tout d'abord, on s'aperçoit que si une balise détecte quelque chose, les balises voisines (à 50, 70, 100 km) détectent généralement la même chose, et cette corrélation décroît très lentement avec la distance.

Si on augmente le nombre de balises, on augmente le nombre de celles qui fournissent des valeurs aberrantes, ce qui fausse l'information globale et risque de conduire à de fausses alarmes.

Nous avons constaté la présence de fausses alarmes (données élevées de radioactivité), non confirmées par les stations voisines. La fausse alarme la plus criante émane d'une station récente.

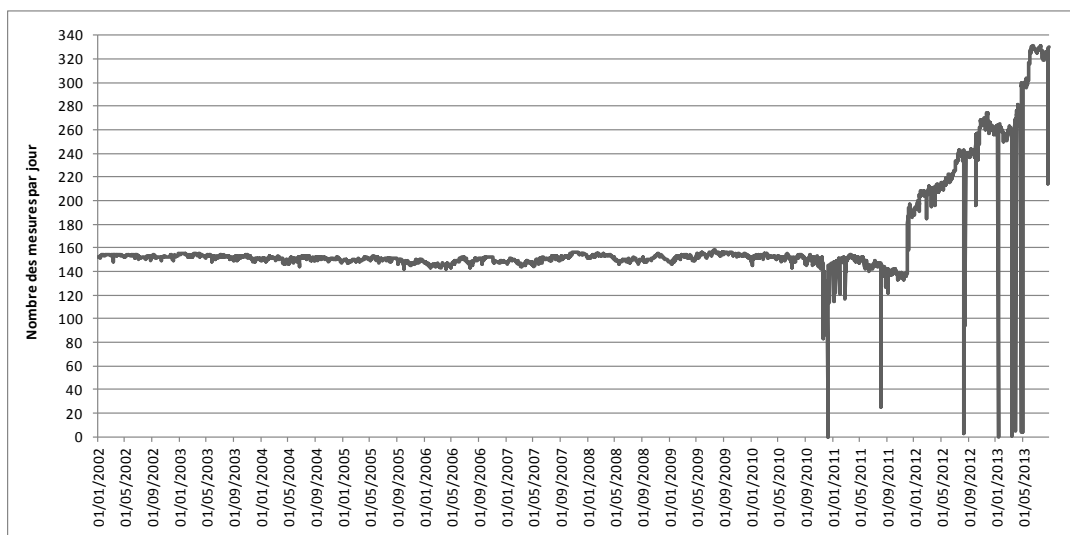
Notre conclusion est simple : il vaut mieux disposer de moins de balises, mieux vérifiées et mieux calibrées ; la surveillance globale sera de meilleure qualité.

III. Analyse technique du réseau

Le réseau actuel se compose de 423 stations (France métropolitaine et Corse) dont 158 anciennes et 265 modernes, introduites progressivement à partir de 2011.

1. Comparaison entre stations nouvelles et anciennes

On pourrait penser que, du fait de l'introduction de nouvelles stations, le fonctionnement global devient plus satisfaisant. Mais ce n'est pas le cas ; le nombre de mesures par jour devient plus erratique, comme le montre la figure ci-dessous :



Si on s'intéresse uniquement aux stations situées à proximité des sites nucléaires, on constate que la durée totale d'interruption (nombre de jours sans aucune mesure) peut atteindre 11 jours. C'est le cas pour la centrale de Paluel et les 24 balises dans un rayon de 60 km qui la surveillent.

Les balises anciennes sont plus robustes que les nouvelles (elles ont moins de pannes) ; elles fonctionnent correctement pendant 96 % du temps.

Les balises modernes sont plus précises que les nouvelles (elles ont moins de valeurs aberrantes, mais aussi moins d'incertitude), mais ne fonctionnent correctement que pendant 91 % du temps.

Le taux de fonctionnement global de TELERAY est de 95%.

L'incertitude sur le résultat de la mesure est de l'ordre de 30% pour les anciennes balises et de l'ordre de 10% pour les nouvelles balises. Les dispositifs modernes ont deux fois moins de valeurs aberrantes (valeurs trop hautes ou trop basses) que les anciens.

2. Reconstruction des données manquantes

La base de données contient les mesures quotidiennes de 441 stations sur 10 ans avec un certain nombre de données manquantes. Nous avons pu reconstruire 88% des données manquantes, ce qui est très satisfaisant.

	Ancienne	Récente	Global
Pourcentage de données manquantes initial	3,80%	8,50%	4,60%
Pourcentage de données manquantes après reconstruction	0,45%	0,80%	0,50%
Pourcentage de données reconstruites	87%	90,70%	88,30%

Sur 60% des stations, 80% des manques ont été comblés.

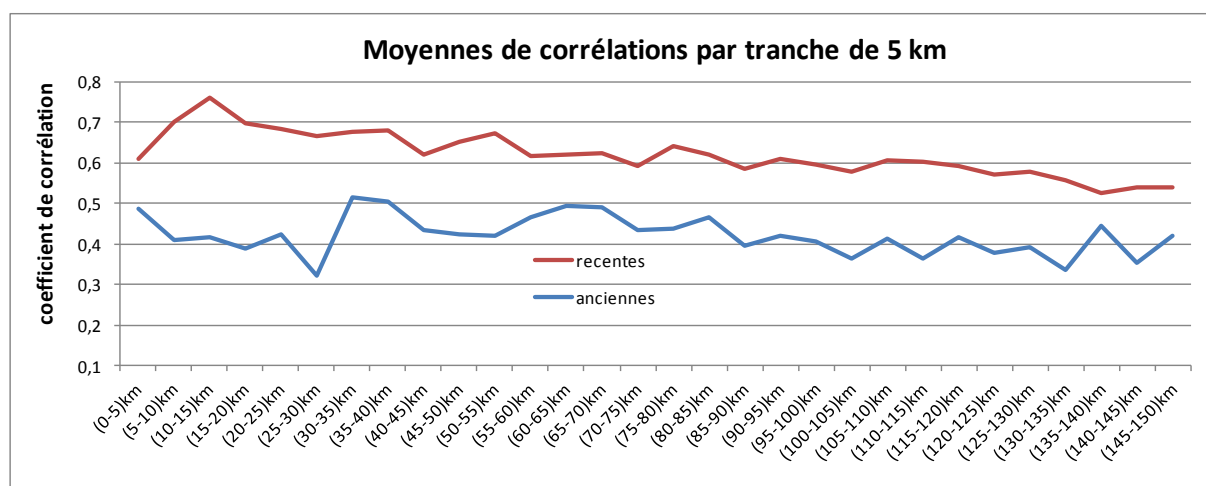
IV. Surveillance globale du territoire

La question qui se pose ici est de savoir si le réseau est approprié à la surveillance du territoire : est-il insuffisamment dense ? trop dense ?

Notre analyse ne porte que sur la capacité du réseau à détecter le "bruit de fond", c'est-à-dire la radioactivité ambiante. Il n'y a jamais eu de "pic", dû par exemple à un nuage radioactif.

1. Corrélation entre stations

Nous étudions d'abord la corrélation entre stations. Si cette corrélation est faible, les stations sont "indépendantes", chacune a son utilité ; si elle est forte, au contraire, les stations sont en nombre excessif.



Moyenne des corrélations entre balises

Nous constatons que :

- La corrélation moyenne est meilleure pour les stations récentes que pour les anciennes, ce qui peut résulter d'une meilleure précision ;

- Que les stations soient anciennes ou nouvelles, il y a peu de décroissance avec la distance.

Le résultat qui s'en déduit clairement est qu'il est inutile d'avoir un réseau trop dense.

2. Analyse séparée pour les zones à faible densité et les zones à forte densité de stations

Un réseau très dense (comme celui de l'Allemagne) est-il plus performant qu'un réseau moins dense (comme celui de la France) ? En d'autres termes, serait-il justifié, pour la France, d'installer de nouvelles stations ?

La réponse est clairement non. Le réseau avec densité "à l'allemande" n'a pas de capacités de détection supérieure, bien au contraire !

Pour répondre à la question, nous avons pris, en France, l'ensemble des zones avec forte densité de stations (zone à l'allemande) et nous les comparons avec l'ensemble des zones à faible densité de stations. Dans chaque cas, nous supprimons une station et la reconstruisons grâce aux stations voisines, par la méthode de l'hypersurface probabiliste (EPH). Nous comparons la qualité de la reconstruction dans chaque cas.

La distance moyenne selon un maillage en France est actuellement de 40 km, contre 15 km en Allemagne. Cette distance moyenne est de 50 km dans les zones peu couvertes de la France.

L'erreur relative commise lors de la reconstruction est de 17% pour les zones à forte densité de stations et de seulement 13% pour les zones à faible densité : la reconstruction est meilleure dans ce dernier cas.

Ce résultat est moins paradoxal qu'il n'y paraît au premier abord. Tout d'abord, il faut se souvenir que les stations ont une incertitude assez importante (allant jusqu'à 30%). Si une station proche de la station à reconstruire est de mauvaise qualité, cela impacte la reconstruction. Cette éventualité est d'autant plus probable que le nombre de stations est élevé.

Mieux vaut avoir un petit nombre de stations de bonne qualité qu'un grand nombre de stations de qualité inégale. Une suggestion serait de disposer d'environ 100 balises pour la France métropolitaine, placées aux points d'un maillage régulier de 70 km.