DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

www.cea.fr

Journée technique

Limite de détection et cumuls

9 octobre 2014

ETUDE DU BRUIT DE FOND D'UN COMPTEUR PROPORTIONNEL

ESTIMATION DU SEUIL DE DÉCISION EN FONCTION DU RISQUE ALPHA MESURÉ.

COMPARAISON NORME NF ISO 11929 ET GUIDE GTN5

S. Brun, N. Kroes, P. Lecuyer, S. Scapolan

Direction des Sciences de la Matière
Direction du centre de Saclay
Unités de Protection, Sécurité et Environnement
Service de Protection contre les Rayonnements
Laboratoire de Radioanalyse et de Chimie de l'Environnement

Sommaire

Protocole

Caractérisation du bruit de fond

Recherche du meilleur estimateur du seuil de décision

Optimisation du seuil de décision en fonction de la méthode d'évaluation du bruit de fond

Les solutions proposées

Conclusions et perspectives

Protocole : conditions opératoire

Les mesures de bruit de fond α β sur un compteur proportionnel Pégase :

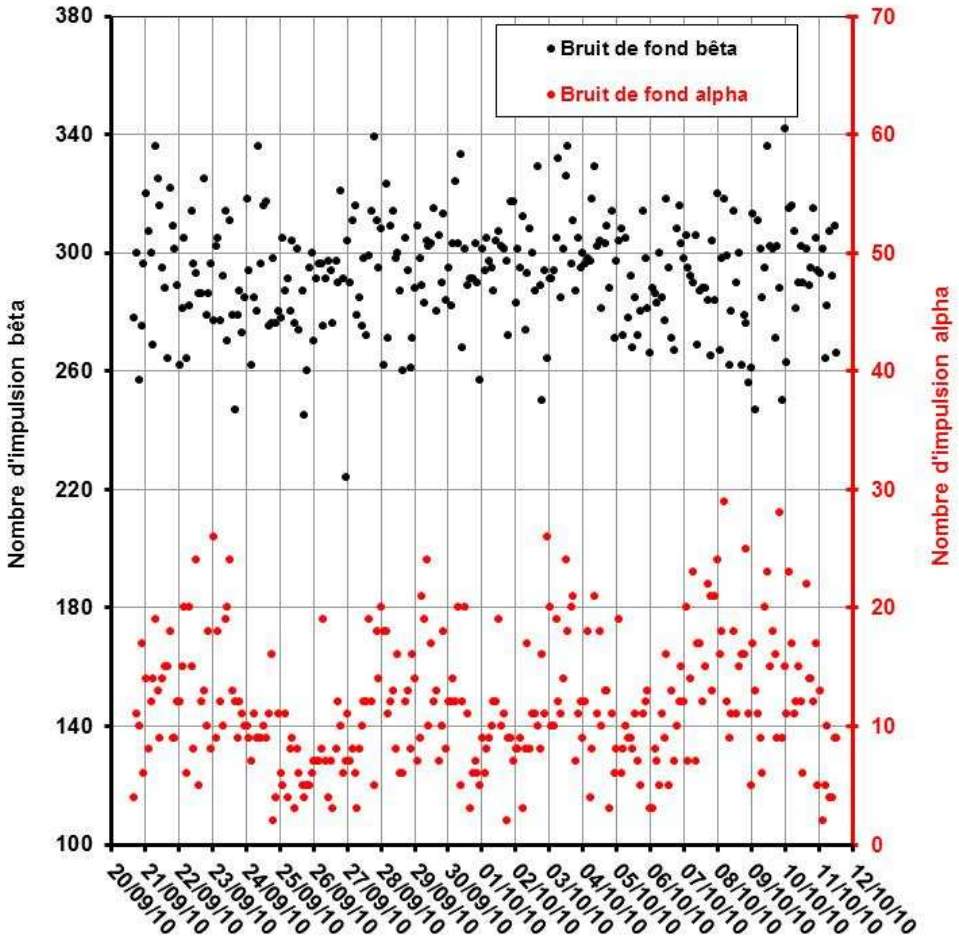
- à circulation de gaz (argon/méthane 90/10)
- ϕ détecteur :145 mm
- fenêtre mylar mince de 0,8 mg/cm2
- compteur de garde monté en anti coïncidence.
- mesures en mode $\alpha\beta$ simultanés (THT 1650 Volts),
- chambre de mesure :10 cm de plomb + 1cm de cuivre électrolytique

14 coupelles métalliques ϕ :130mm sont comptées 6000s en continu sur 21 cycles

Les mesures de radon sont effectuées par un appareil type Alphaguard de la marque Génitron raccordé et disposé à côté du compteur Pégase

Les mesures de gradient de température sont effectuées par le Laboratoire de Surveillance de l'Environnement du CEA Saclay, à l'aide du mât de la station météorologique aux altitudes de 1,5 et 100m par des sondes PT100 raccordées.

Caractérisation du bruit de fond : pré-examen rapide des bruits de fond α et β



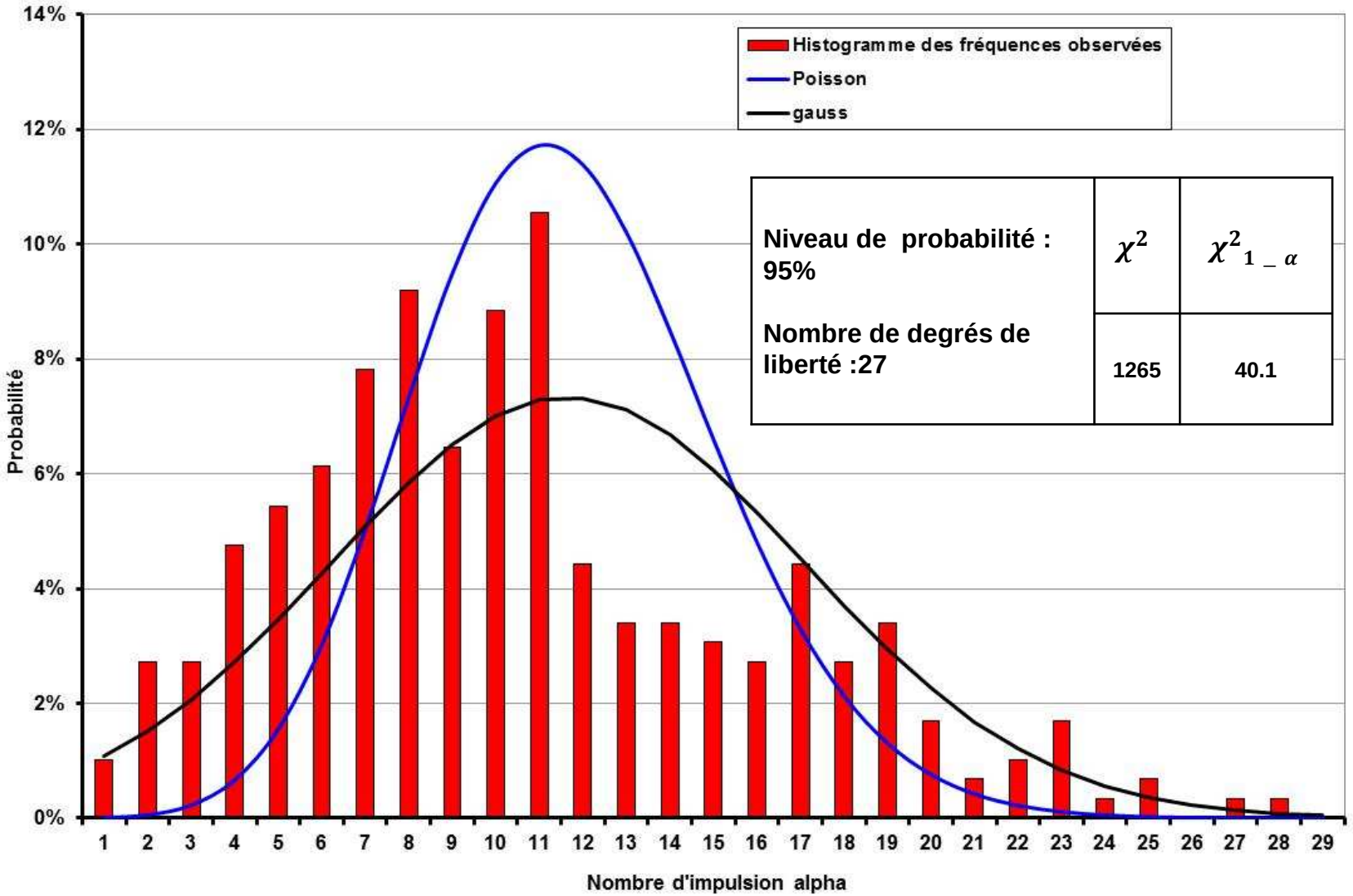
	alpha	bêta
Moyenne N_0	11,7 imp	293,1 imp
$S_{exp} = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i-1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$	5,4 imp	18,6 imp
effectif compris dans l'intervalle à ± 1,96 * $S_{expérimental}$	95,6 %	94,9 %
$S_{Poisson} = \sqrt{N_0}$	3,4 imp	17,1 imp
effectif compris dans l'intervalle à ± 1,96 * $S_{Poisson}$	80,6 %	93,5 %

Caractérisation du bruit de fond : recherche d'une erreur systématique

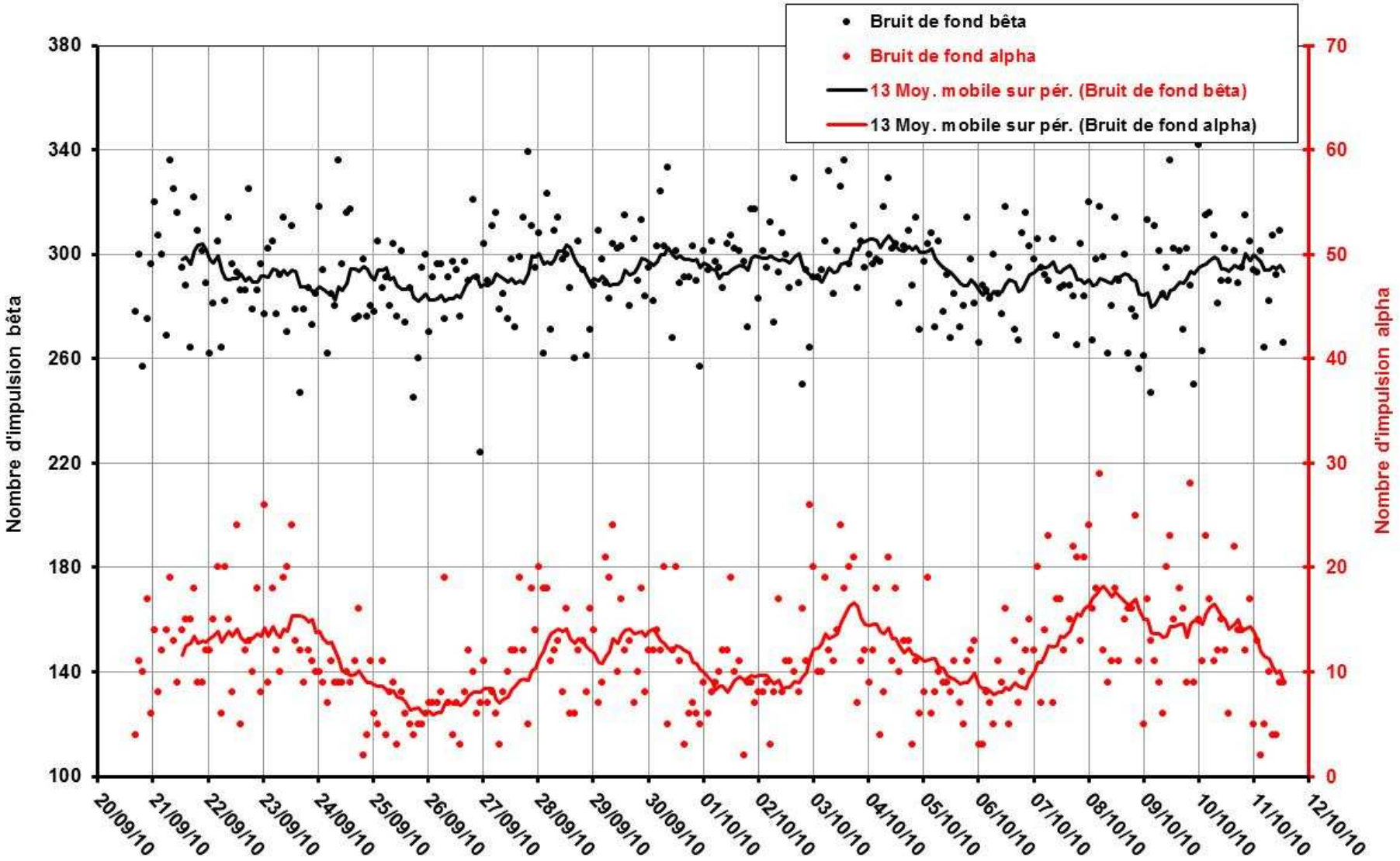
	Cycles de passage des coupelles																					moyenne	ecart type	maximum	minimum
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
MPC1	4	15	12	12	11	5	8	19	6	13	3	11	10	20	13	7	13	15	15	18	22	12	5.3	22	3
MPC2	11	18	13	9	16	4	12	12	12	7	6	2	8	21	13	5	7	22	16	16	14	12	5.4	22	2
MPC3	10	9	10	12	2	5	10	5	13	10	7	9	16	7	3	11	10	21	16	9	14	10	4.5	21	2
MPC4	17	9	18	11	12	5	6	18	8	18	6	9	11	11	11	12	12	13	25	28	12	13	5.9	28	5
MPC5	6	12	8	10	11	6	7	14	16	8	5	7	26	12	6	13	15	21	11	9	17	11	5.4	26	5
MPC6	14	12	26	10	6	7	11	20	14	12	9	8	20	9	8	3	12	24	5	15	5	12	6.2	26	3
MPC7	8	15	9	9	5	7	7	18	7	12	6	8	10	12	19	3	20	16	17	11	13	11	4.9	20	3
MPC8	12	20	18	7	11	7	8	18	9	14	8	9	10	18	6	8	7	18	13	23	2	12	5.5	23	2
MPC9	14	6	12	11	4	8	6	11	21	12	9	3	19	4	8	7	14	29	11	17	5	11	6.4	29	3
MPC10	19	20	10	9	8	19	3	12	19	20	10	8	12	8	10	5	23	12	9	11	10	12	5.5	23	3
MPC11	13	15	19	9	9	7	8	13	24	5	12	17	11	21	9	11	7	9	6	12	4	11	5.3	24	4
MPC12	9	8	20	9	3	4	10	8	10	12	12	8	14	11	9	9	17	11	20	15	4	11	4.6	20	3
MPC13	14	24	24	10	8	3	4	16	17	20	19	11	24	18	8	16	17	18	23	12	9	15	6.4	24	3
MPC14	15	5	13	9	6	3	12	6	12	11	10	11	18	10	11	5	12	11	15	6	9	10	3.8	18	3

Test de Student : moyenne MPC13 pas significativement différente de la moyenne globale au risque de 1% (hyp : loi normale, n<30)

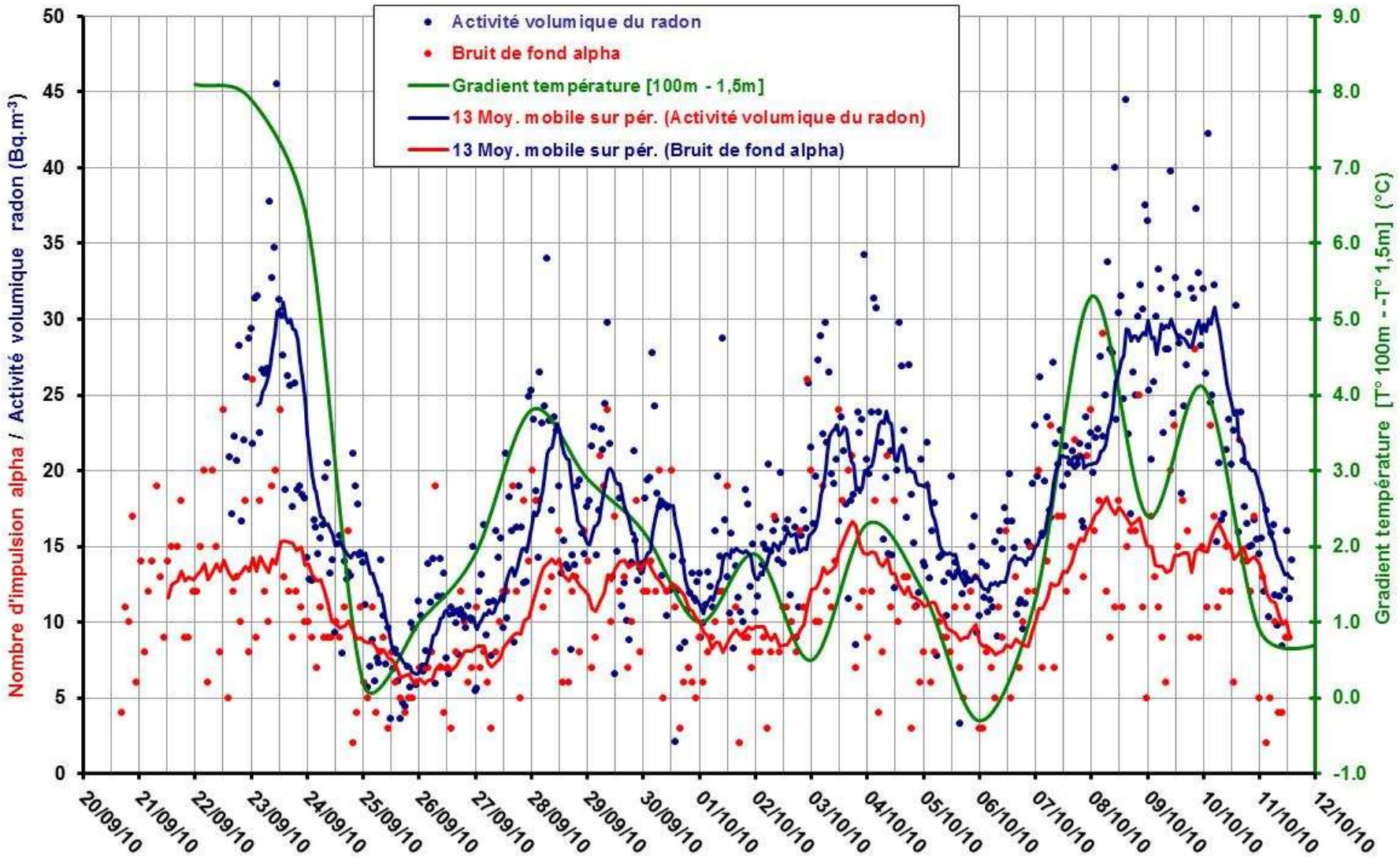
Caractérisation du bruit de fond : rejet de l'hypothèse poissonienne



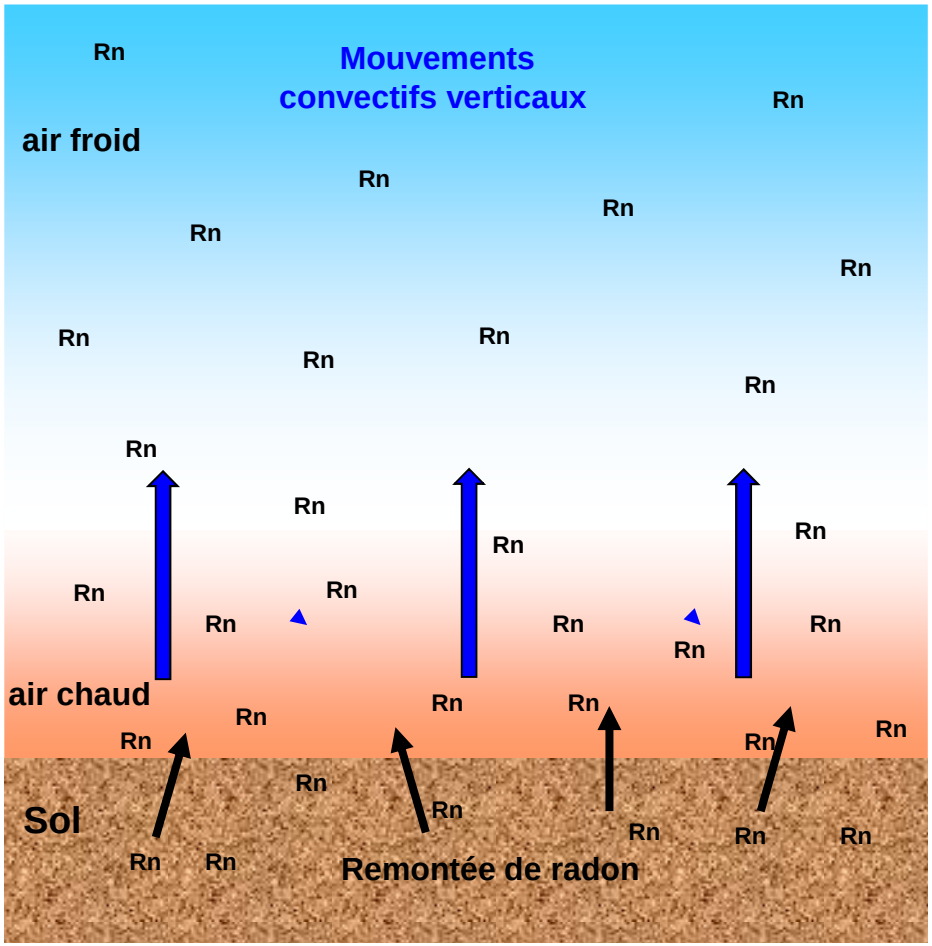
Caractérisation du bruit de fond : recherche de tendances par les moyennes mobiles

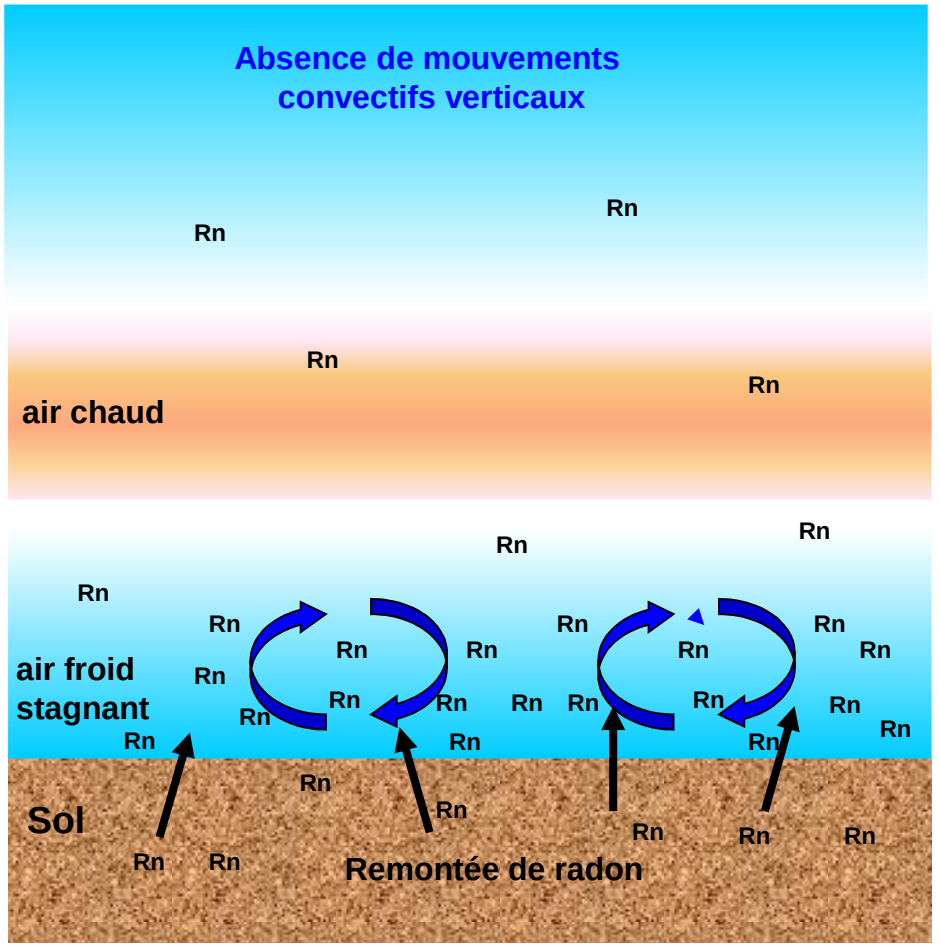


Caractérisation du bruit de fond : corrélation Bdf / radon / inversion de température

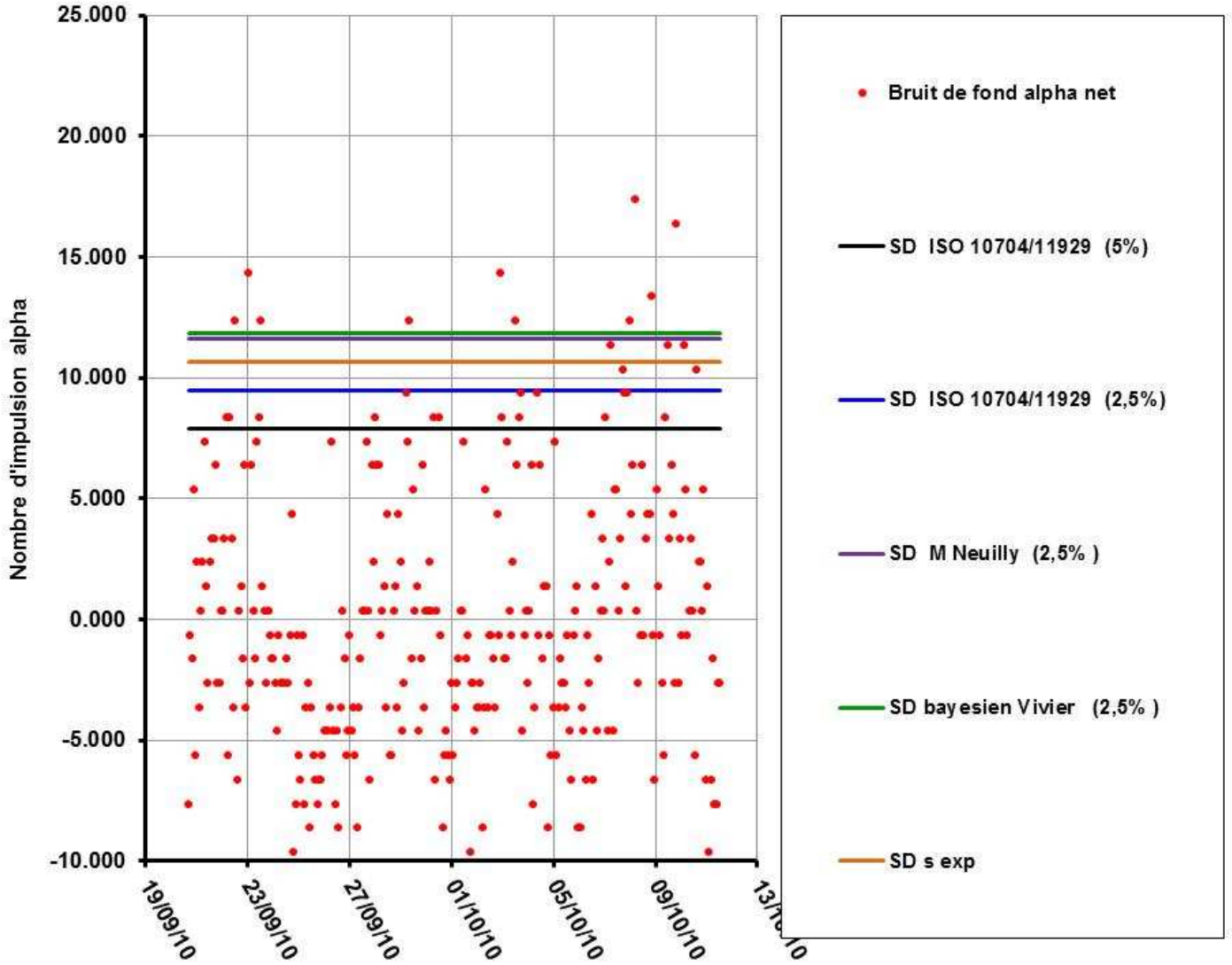


Caractérisation du bruit de fond : radon / inversion de température





Recherche du meilleur estimateur du seuil de décision



$SD = 1{,}64\sqrt{2N_0}$

$\alpha_{\text{mesuré}} = 10\%$

$SD = 1{,}96\sqrt{2N_0}$

$\alpha_{\text{mesuré}} = 5{,}1\%$

$SD = 1{,}96\sqrt{2N_0 + 1}$

$\alpha_{\text{mesuré}} = 3{,}4\%$

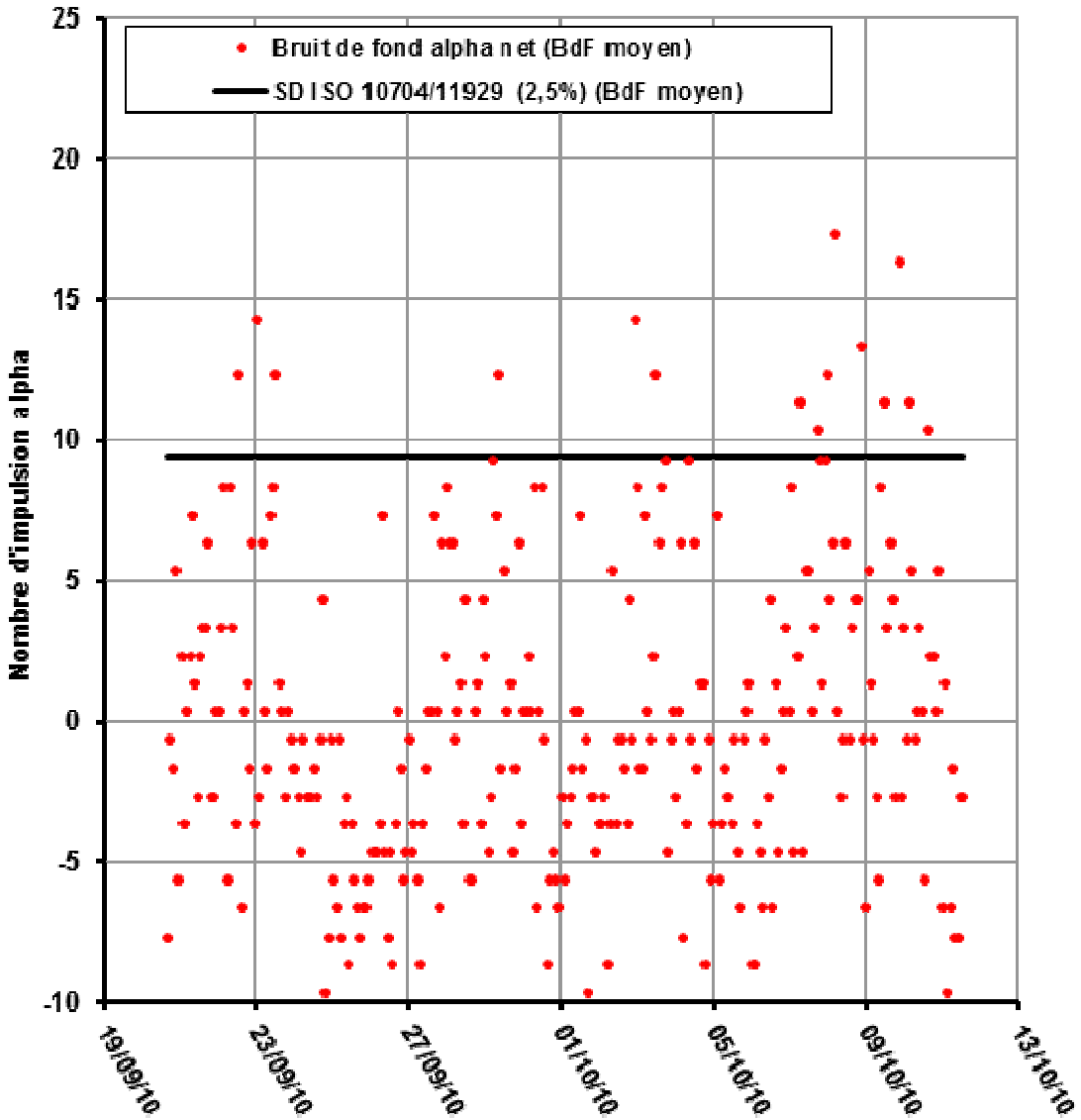
$SD = 1{,}96\sqrt{2(N_0 + 1)}$

$\alpha_{\text{mesuré}} = 3{,}4\%$

$SD = 1{,}96\sigma_{exp}$

$\alpha_{\text{mesuré}} = 4{,}4\%$

Optimisation du seuil de décision : bruit de fond moyen



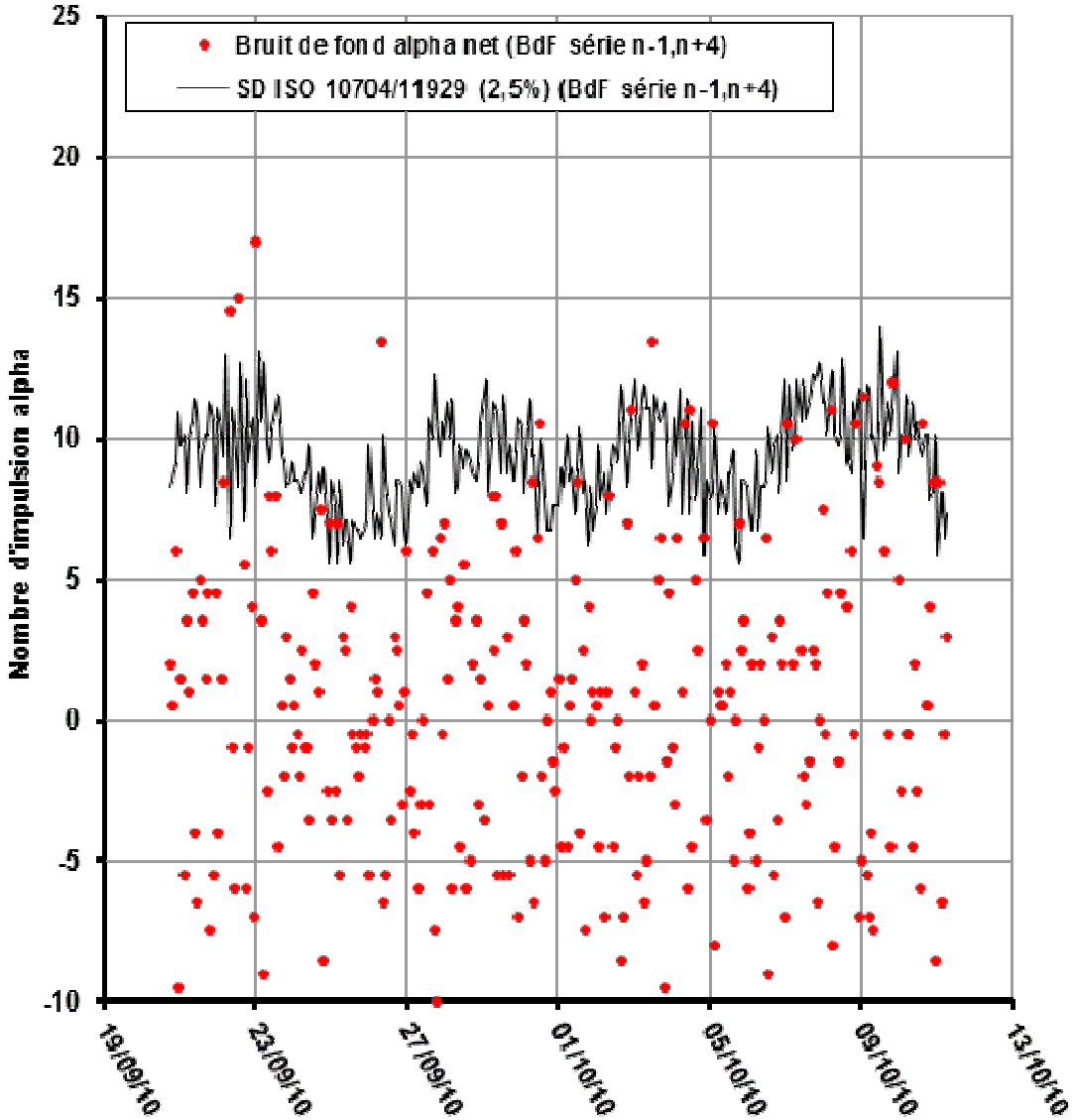
Valeur testée

4
11
10
17
6
14
8
12
14
19
13
9
14
15
.
.
.

Estimation du bruit de fond

Risque α mesuré : **5,1%**

Optimisation du seuil de décision : bruit de fond n-1,n+4



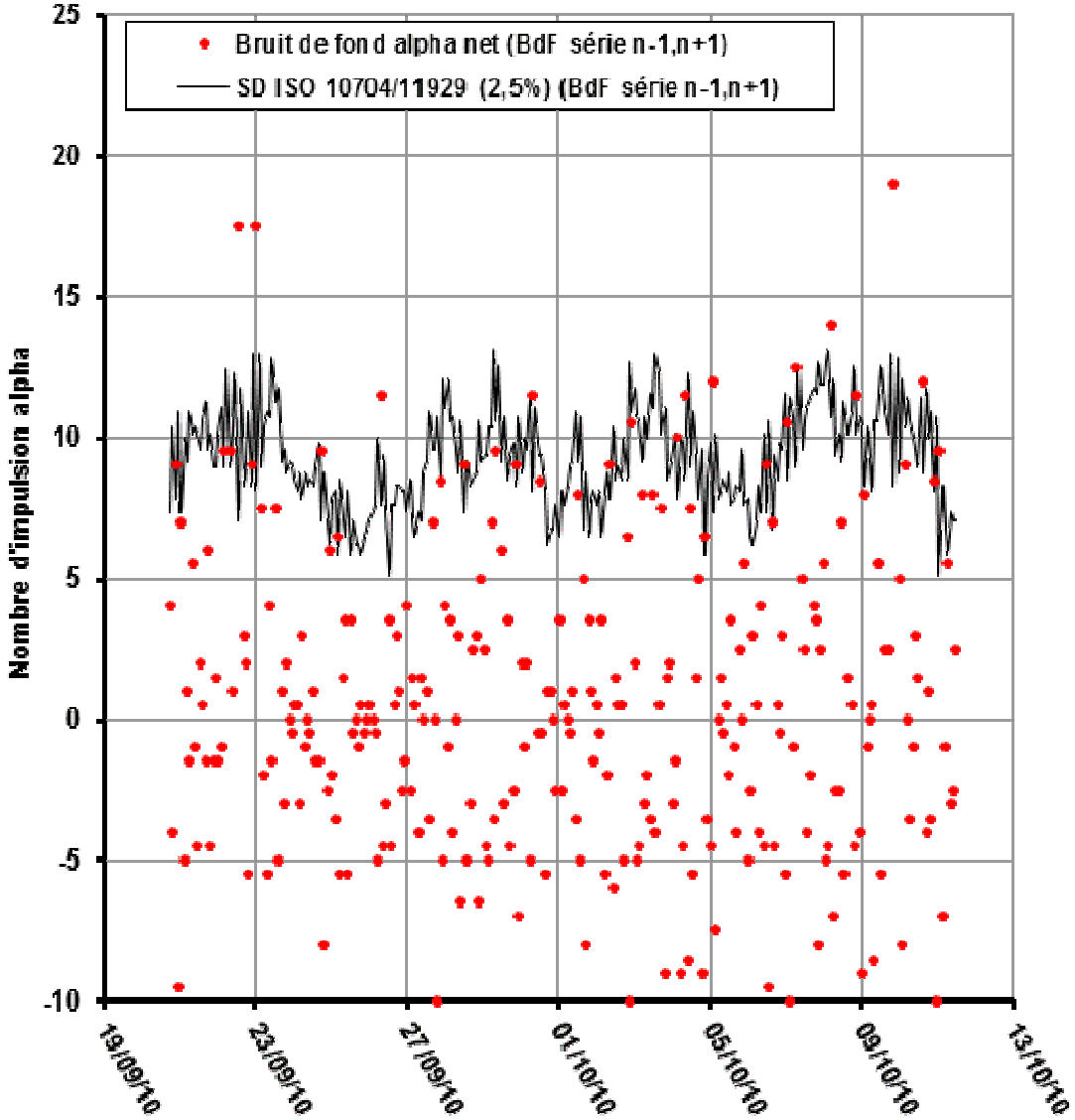
Valeur testée

4
11
10
17
6
14
8
12
14
19
13
9
14
15
.
.
.

Estimation du bruit de fond

Risque α mesuré : **7,6%**

Optimisation du seuil de décision : bruit de fond n-1,n+1



Valeur testée

4
11
10
17
6
14
8
12
14
19
13
9
14
15

Estimation du bruit de fond

Risque α mesuré : **9,3%**

Les solutions envisageables

Utiliser les cartes de contrôle pour estimer les bruits de fond alpha

Choisir l'estimateur du seuil de décision le moins biaisé

Réfléchir à une stabilisation du radon dans le laboratoire l'étanchéité, la ventilation…

Faire de la pédagogie auprès des clients destinataires des résultats de mesure

Conclusions et perpectives

La connaissance des caractéristiques du bruit de fond d'un laboratoire est essentielle

Se méfier des idées préconçues quant à la meilleure estimation du bruit de fond

La limite de cette étude est le faible nombre de résultats de mesure (297)

Nouvelle étude en cours lancée en collaboration avec l'IRSN/PRP-ENV/STEME (Romain Vidal)

Merci de votre attention

Remerciements à Jean Claude Aubert (CEA), Philippe Béguinel (CEA) et Alain VIVIER (CEA/INSTN)

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
Centre de Saclay | 91191 Gif-sur-Yvette Cedex
T. +33 (0)1 69 08 40 54 | F. +33 (0)1 69 08 80 44

Etablissement public à caractère industriel et commercial | RCS Paris B 775 685 019

DSM/SAC
UPSE
SPR
LRCE
stephane.scapolan@cea.fr