



Innovations et nouveaux matériels fixes et mobiles en CNPE EDF

4^{ème} journées techniques RP CIRKUS

20 Mai 2022

Laurent BARDOU – EDF UNIE GPEX

Maxime KARST – EDF UNIE GPEX

Thibaud LE NOBLET - CARMELEC



SOMMAIRE

- 1) LE CONTAMINAMÈTRE HAUT BRUIT DE FOND - ECHO
- 2) LE PORTIQUE CORPS ENTIER GAMMA – C1 PGH SMART

HISTORIQUE DU PROJET



2019 – 2021 – Validation des exigences EDF pour les nouveaux contaminamètres Haut Bruit de Fond.

- Lancement d'un appel d'offre
- Sélection du Titulaire: CARMELEC
- Rajout en + de l'existant:
 - Capteur de distance et de vitesse
 - Déduction dynamique du BDF ambiant

2013 - 2017 – études de faisabilité et réalisation de premiers prototypes

2022 - Commercialisation

2012 – Sollicitation de Carmelec pour répondre à la problématique

2010 – Identification du besoin de contaminamètre à déduction de bdf. Pour EDF

Objectifs:

- Détecter $0,4 \text{ Bq/cm}^2$ (^{60}Co),
- Surface détecteur mini de 100 cm^2 ,
- DED mini $1 \mu\text{Sv/h}$,
- Temps de mesure max: 4 s.



ECHO

Contaminamètre bêta à
déduction dynamique de bruit de
fond gamma élevé et fluctuant



La sonde ECHO est un développement à la demande d'EDF (en 2012) qui s'est fait conjointement entre CARMELEC et le LabCom P2R (CNRS)

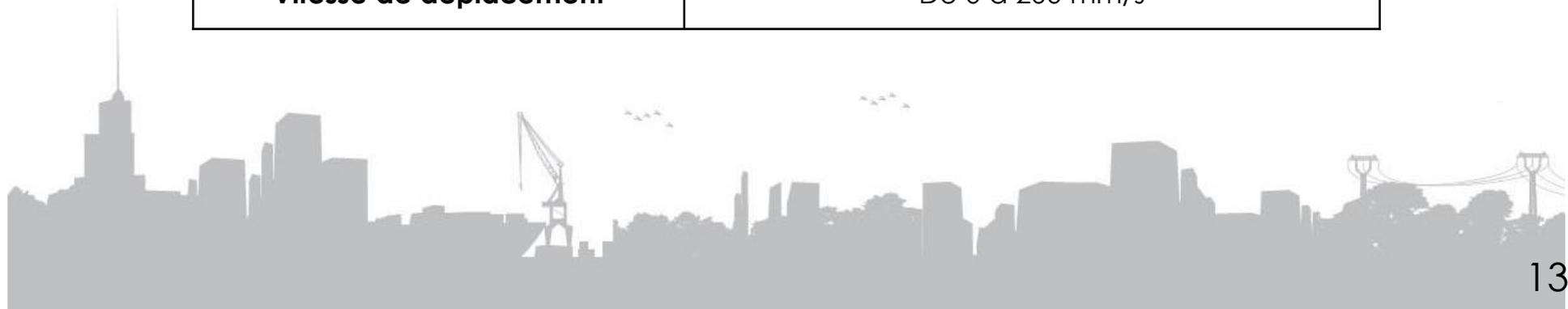
- ❖ Détecte et mesure des contaminations bêta dans des ambiances gamma pouvant être élevées et fluctuantes
- ❖ Intègre un double capteur et une algorithmique de traitement innovants (conçus en partenariat avec le CNRS)
- ❖ Affiche en permanence la limite de détection
- ❖ Adapté pour une utilisation en intérieur, itinérante ou à poste fixe, dans un environnement industriel
- ❖ Alarme sonore, visuelle et vibratoire en cas de franchissement de seuil (2 seuils configurables)
- ❖ Capteurs de vitesse et de distance
- ❖ Supervisable à distance par connexion filaire
- ❖ Enregistrement automatique des mesures, récupérable sur clé USB micro-B

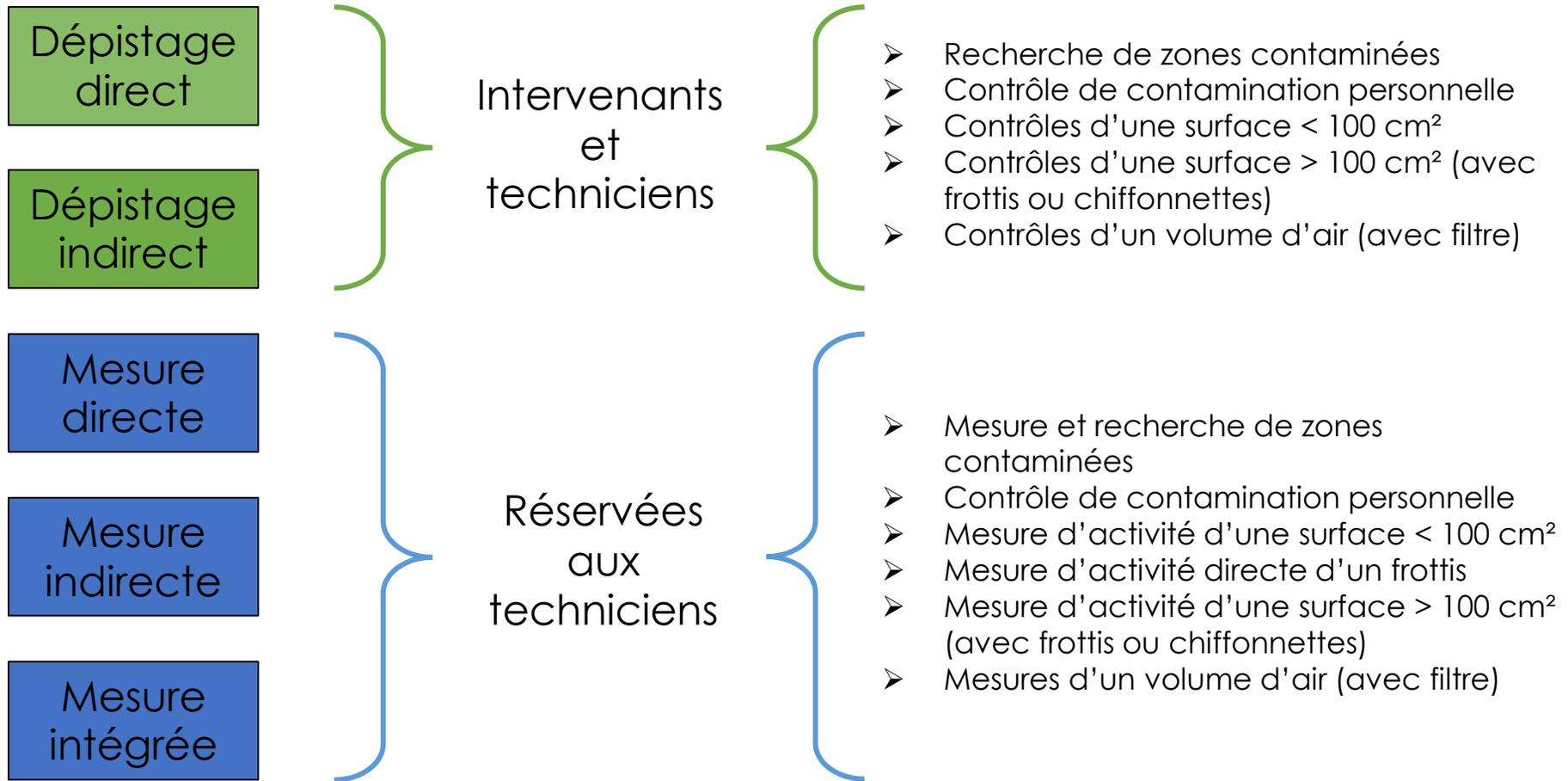


Masse	1,42 kg
Dimensions	L 320 mm x l 130 mm x h 88 mm
Autonomie en mesure	> 30 h (dans un bdf de 10 μ Sv/h)
Autonomie en veille	>130 h (surveillance de l'ambiance active)



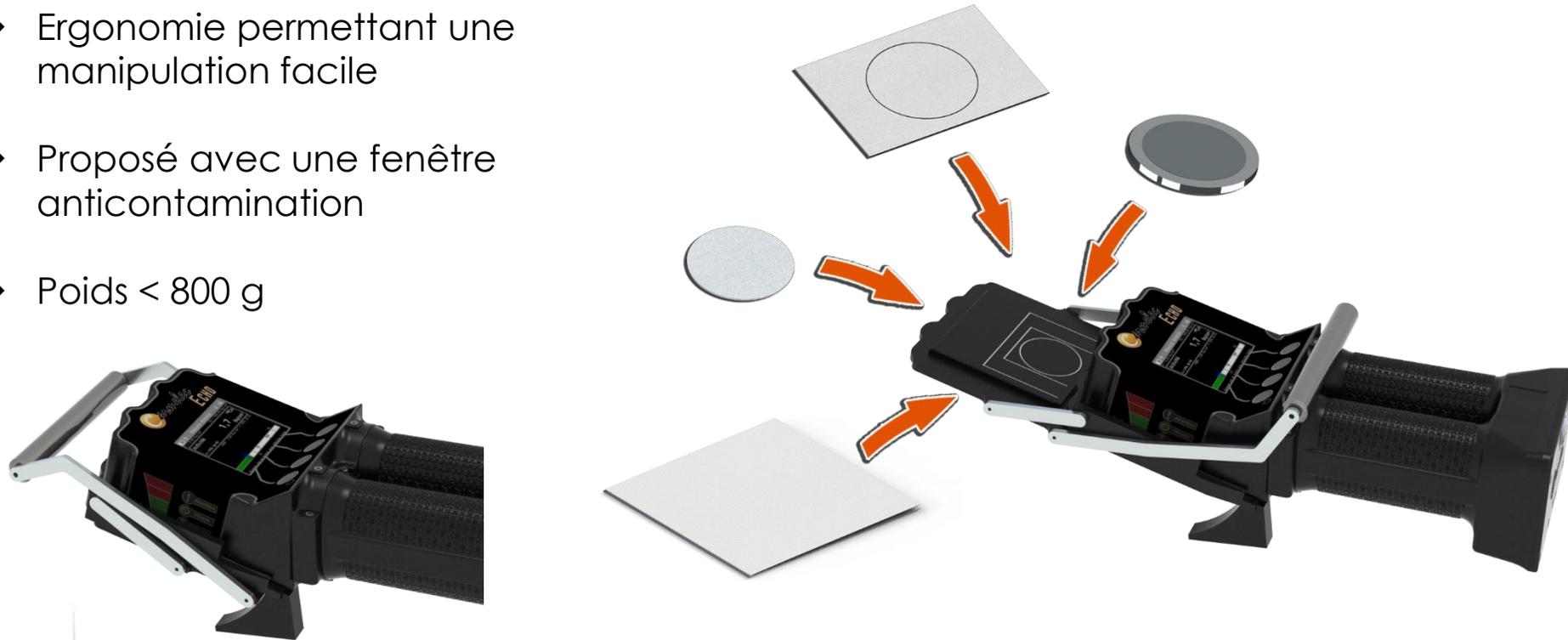
Type de détection	Scintillateur plastique de 100 cm ²
Fenêtre d'entrée du détecteur	Mylar métallisé
Rendement typique β (c/s/Bq)	⁶⁰ Co (référence) : 0,23 ¹⁴ C : 0,17 ³⁶ Cl : 0,28
Sensibilité typique α (c/s)/($\alpha \cdot s^{-1}$)	0,58
Étendue de mesure effective [Bq/cm ²]	0,1 à 1000
Uniformité de la réponse	$\pm 15\%$ par rapport à la valeur de moyenne
Distance	De 0 à 100 mm
Vitesse de déplacement	De 0 à 200 mm/s





Se glisse sur l'avant du contaminamètre et permet le positionnement et la mesure des accessoires préleveurs (filtres, frottis, chiffonnettes) ou source d'étalonnage.

- ❖ Ergonomie permettant une manipulation facile
- ❖ Proposé avec une fenêtre anticontamination
- ❖ Poids < 800 g





- Ergonomie de la prise en main surprenante au premier abord mais se révèle équilibrée à l'usage.
- IHM intuitive et simple
- L'affichage de l'AMD rend l'exploitation de l'appareil plus aisée pour les techniciens RP.
- La sonde affiche clairement les instants les variations de DeD et déclenche une acquisition du BdF.
- Les capteurs de distance et de vitesse sont une réelle plus value pour la sécurisation de mesures de contamination.
- La sonde a un fonctionnement stable dans des zones irradiantes de 1 $\mu\text{Sv/h}$ à 40 $\mu\text{Sv/h}$ avec une capacité de détection allant de 40 Bq jusqu'à 120 Bq sur 100 cm^2 (avec un TFA à 2,5 % et TND de 2,5%).
- La sonde a fonctionné dans des conditions radiologiques très hostiles (TH PZR avec un DeD de 106 $\mu\text{Sv/h}$).
- Un accompagnement sera nécessaire auprès des techniciens PR sur les procédures de contrôles (les capteurs de vitesse et de distance).



- Début de commercialisation en 2022.
- Le marché comprend les accessoires et le SAV.
- Le marché prévoit 2 mises à jour techniques suite à la commercialisation.
- Accompagnement de l'UNIE pour le déploiement pour identifier les cas d'usage, notamment dans le cadre de la prise en charge de contamination.
 - Sortie de ZppDN
 - Organisation RP de mesures de contamination sur les chantiers
 - Mesure de contamination des ECU

PORTIQUE GAMMA SORTIE DE BR - CONTEXTE



Le CNPE de Golfech est le premier site à déployer et exploiter ce nouveau matériel

Nécessité de changer le parc de C1 Nardeux

- L'obsolescence des pièces de rechange des C1 NARDEUX
- Coût de maintenance de plus en plus important

Exigence sur le nouveau matériel

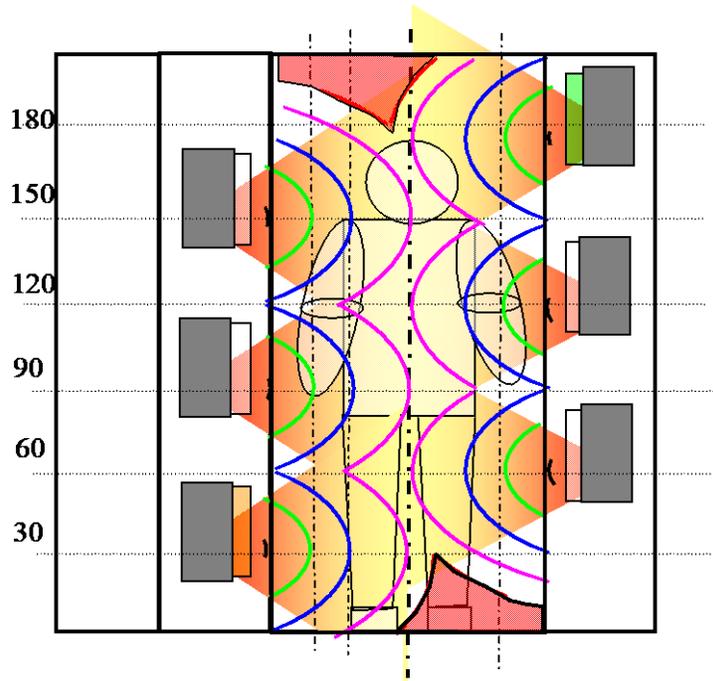
- Abaissement des seuils d'alarme
- Réduction du temps de mesure
- Meilleure tenue aux variations de bruit de fond & plus grande disponibilité dans les ambiances plus élevées au BDF
- Diminution du taux de déclenchement C2
→ indicateur principal de la maturité du mode EVEREST

CONTEXTE

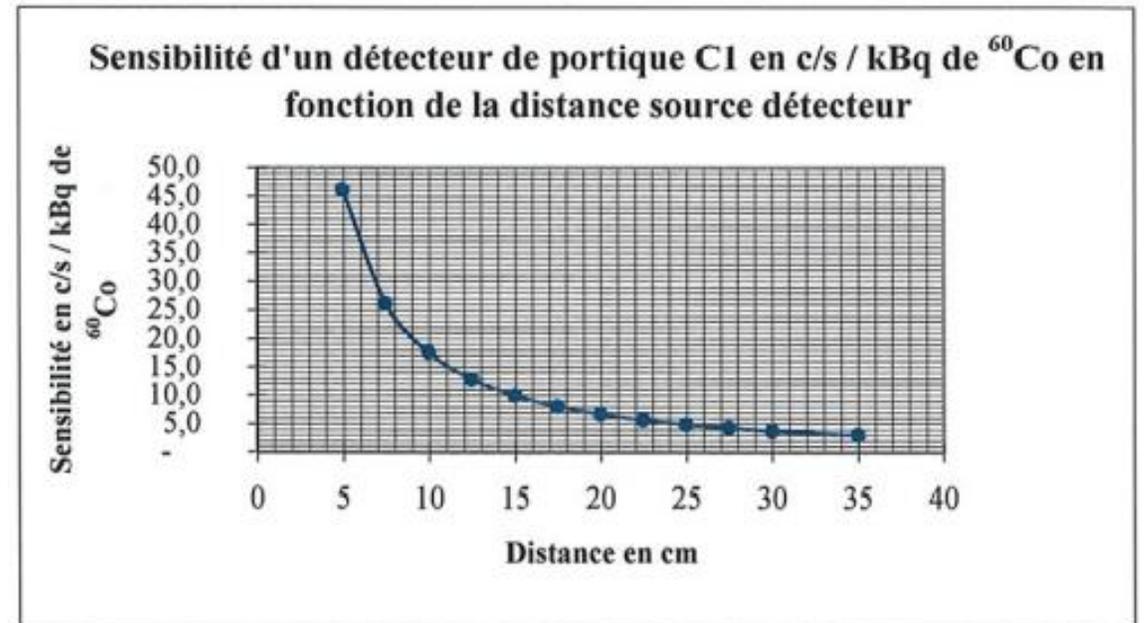


6 détecteurs NaI(Tl) positionnés en quinconce

Seuil actuel = 4800 Bq par détecteur à 15 cm de la paroi (pour un seuil de contamination de 35 c/s)



Activité minimum détectable proche de 13 kBq au centre et présence de zones « d'ombre » (pour un seuil de contamination à 30-35 c/s).



SPÉCIFICITÉ DU BESOIN C1-BR

Expression du besoin CCTP

Seuil objectif 800Bq } en moins de 10s!
BdF 500nSv/h

Fonctionnement possible jusqu'à 1,5 µSv/h

Bonne homogénéité de mesure

Isotropie /direction BdF, large réponse spectrale, ...

Limitations des solutions classiques

Rendement faible, non homogène

Forte sensibilité BdF hors 90° et 0°

Solutions PGH Smart

10 grands détecteurs, géométrie enveloppante

Blindage 4pi (portes automatiques)

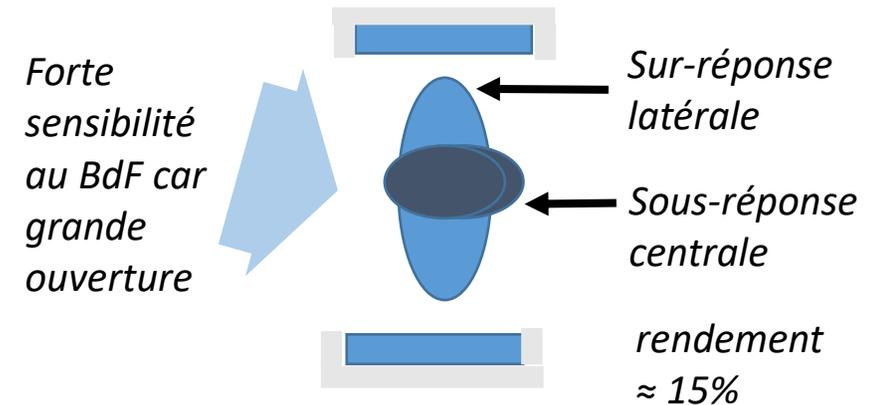
Compensation d'atténuation morphologique

Traitement spectrométrique pour gestion du BdF variable

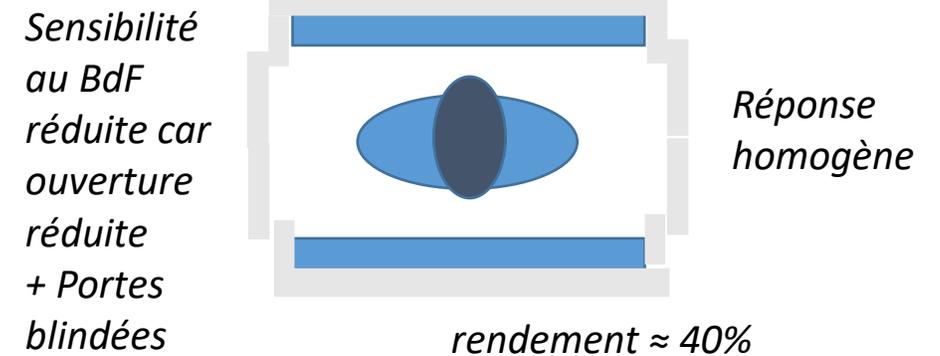
Accès distant & supervision possible par Smart Controller



Géométrie classique



PGH Smart

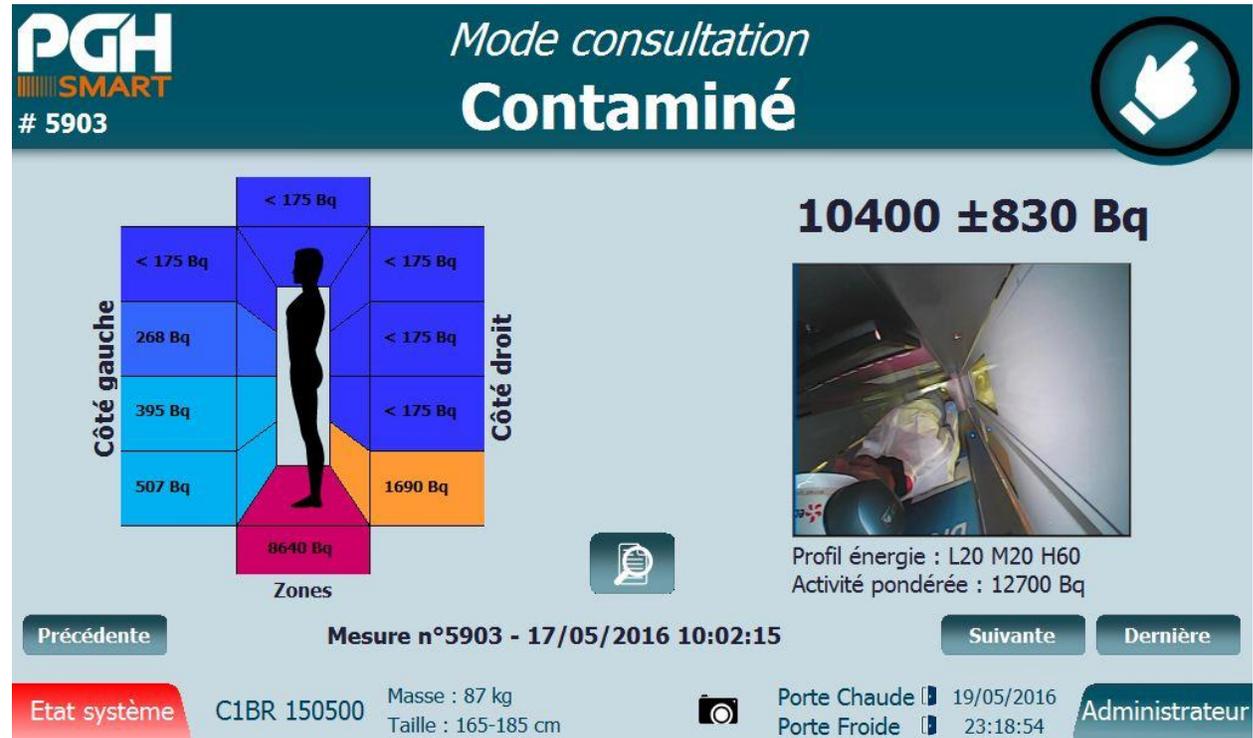


PRÉSENTATION PORTIQUE C1BR



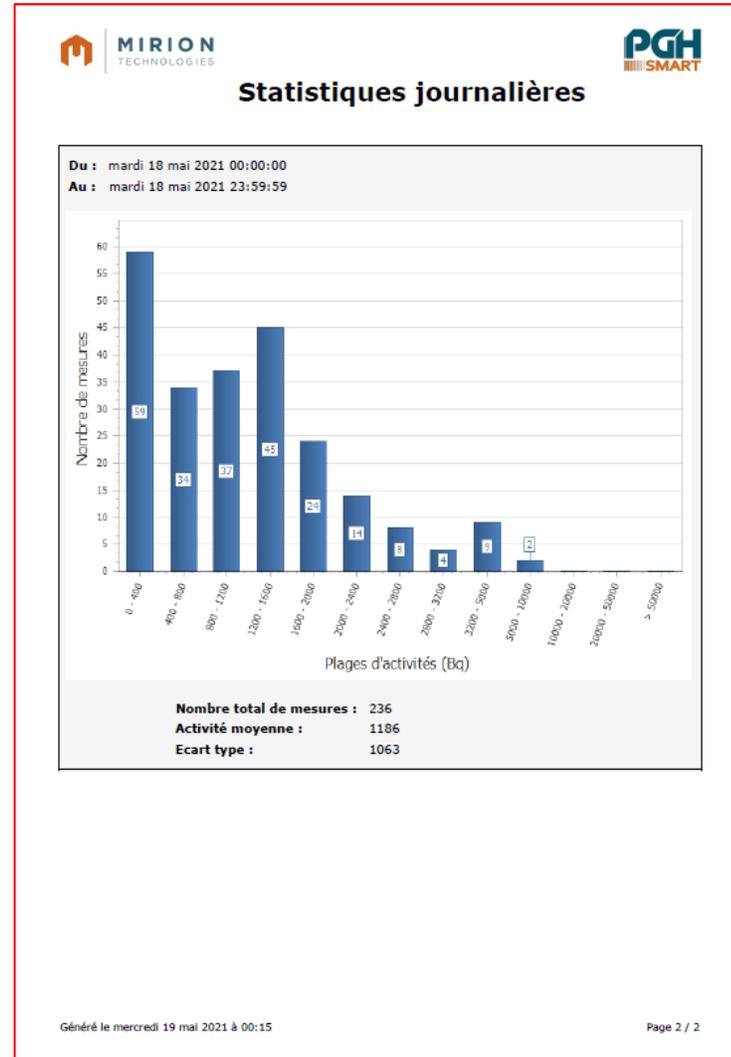
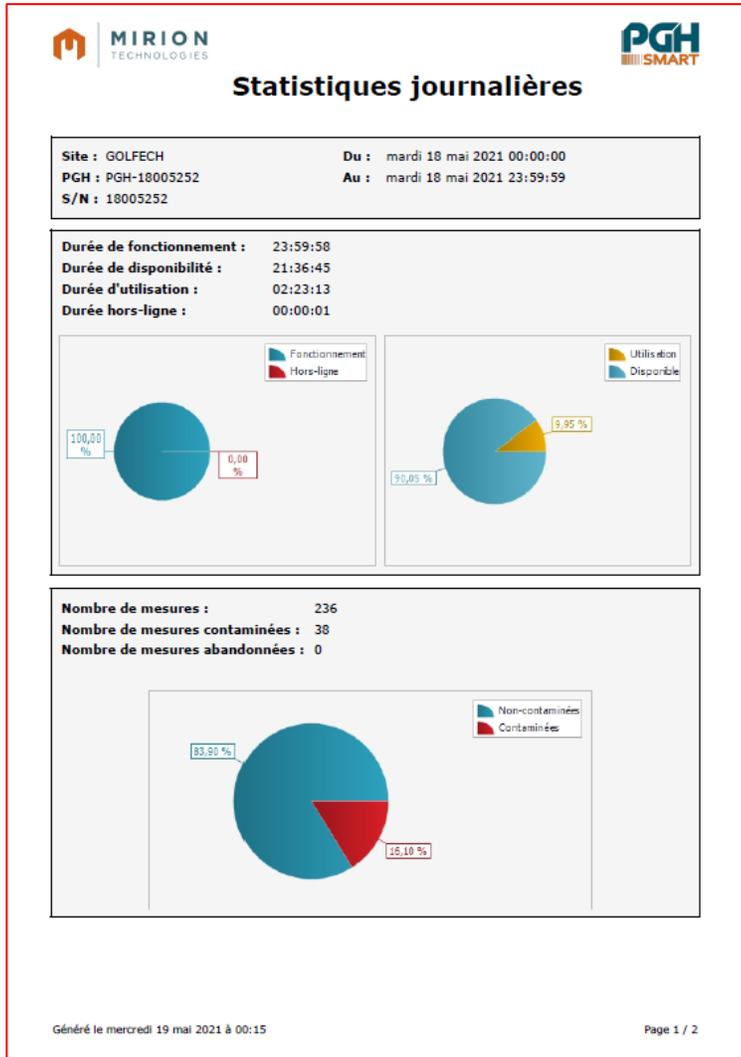
<< PGH-Smart

Pour BDF de 300 à 1000 nSv/h,
Blindage 4π par portes blindées automatiques



Ecran de résultat en cas d'alarme avec:

- Contamination totale avec incertitude
- Synoptique avec répartition par zone
- Profil du spectre énergétique
- Image pour vérifier le positionnement et aider l'analyse



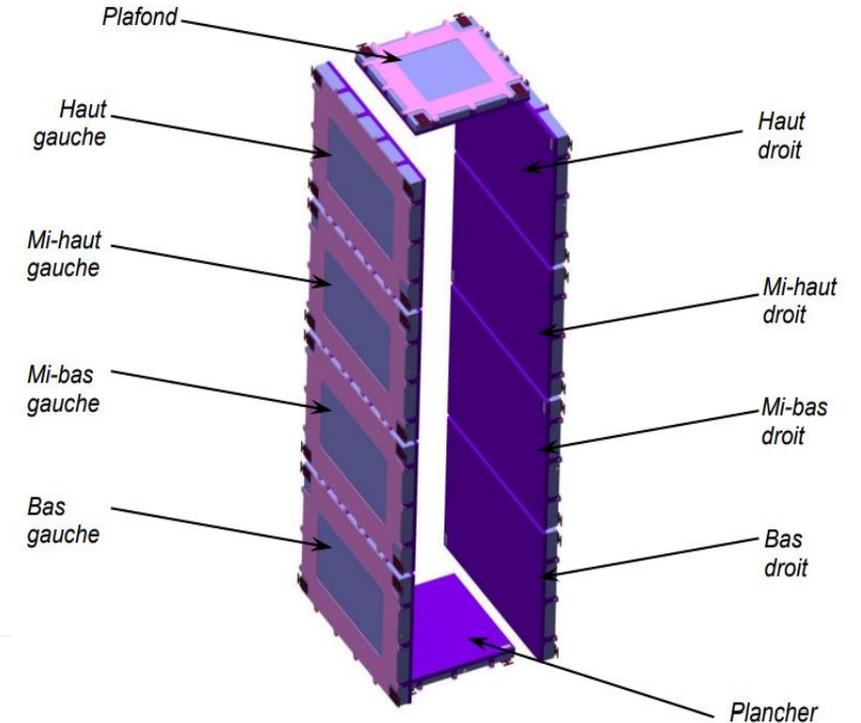
Etats statistiques journaliers, hebdomadaires, mensuels

Avec

- **taux de disponibilité**
- **nombre passages,**
- **nombre d'alarmes**
- **distribution des activités mesurées.**

CRÉATION D'UN OUTIL D'ANALYSE C1-BR

- Intégration à l'outil d'analyse C2 vu précédemment
 - Fichier d'extraction C1 brut (.csv) → Application d'exploitation des déclenchements C1.
 - Traçabilité des alarmes C1 via le registre papier du gardien de SAS :



Date et heure de passage	Nom prénom N° Badge	Entreprise ou Service	Chantier ou local	Numéro de mesure	Numéro de portique	Localisation et valeur de conta. au COMO (c/s)	Mode de prise en charge
--------------------------	---------------------	-----------------------	-------------------	------------------	--------------------	--	-------------------------

Période des passages

Du samedi 1 décembre 2018 au mardi 2 novembre 2021

N'afficher que les passages avec alarme

Outils

Informations événements				Energie majoritaire			Alarmes et taux de C1			
Date de passage	Passages	Activité équivalente	N° mesure	Radon/lode	Cobalt 60	Mixte	HAUT	MILIEU	BAS	Global
23/05/2021	238			38		200	---	---	5 (2,10%)	5 (2,10%)
PGH-18004140	136			29		107	---	---	---	---
PGH-18005252	99			9		90	---	---	5 (5,05%)	5 (5,05%)
23/05/2021 23:08:36		1069.1	3876							OK
23/05/2021 22:44:05		961.3	3875							OK
23/05/2021 22:02:16		580.2	3874							OK
23/05/2021 20:40:06		969.1	3873							OK
23/05/2021 20:19:51		729.0	3872							OK
23/05/2021 20:17:50		918.5	3871							OK
23/05/2021 20:15:27		2230.6	3870							Alarme S1

UTILISATION

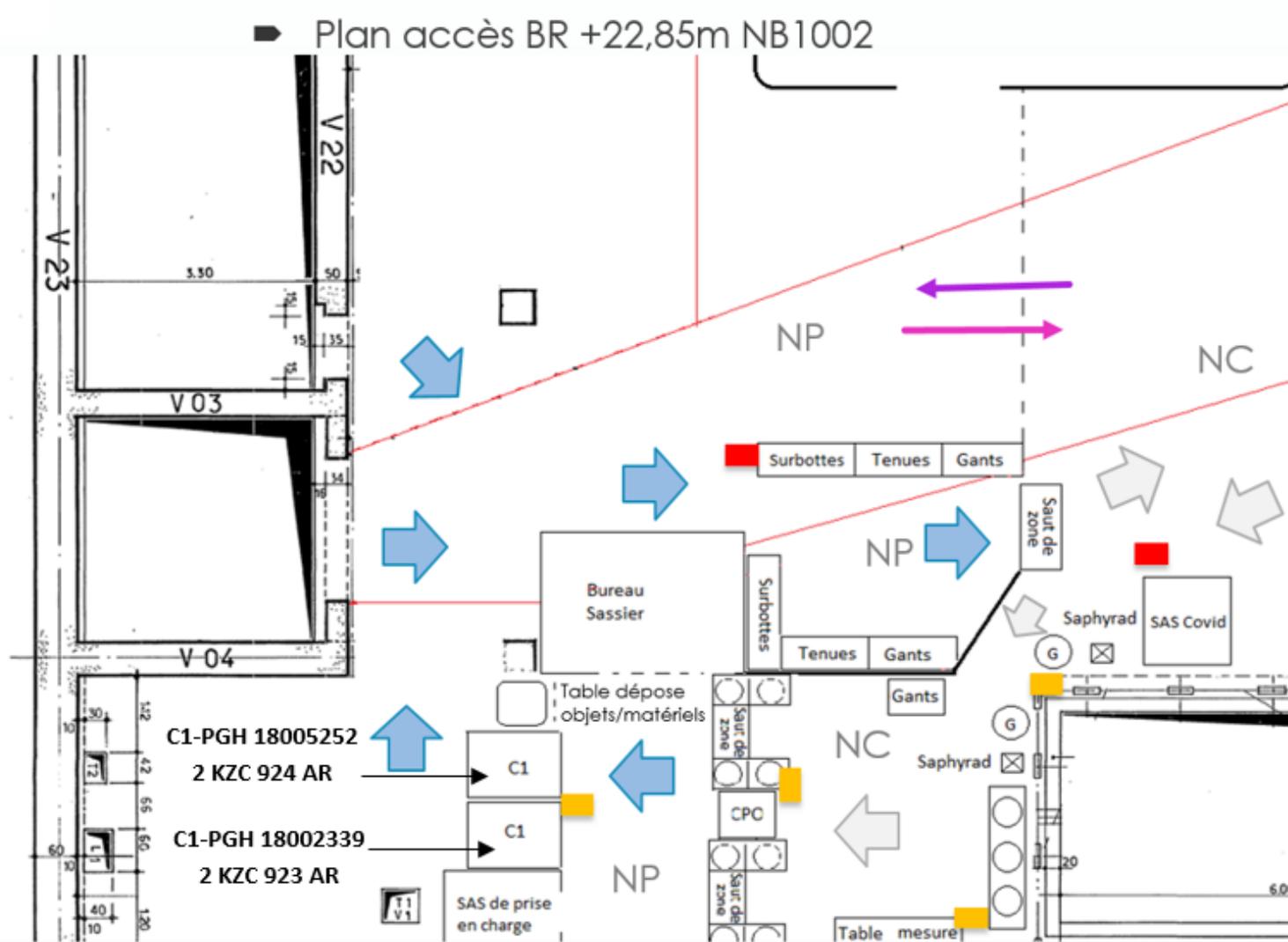
- Utilisation simple
- Détection d'approche et gestion automatique des portes
- Pas de positionnement strict
- Mesure en un seul temps en 5 à 10s
- Affichage intérieur et extérieur
- Mode consultation des alarmes pour gardien
- Mémorisation détaillée des résultats
- Nombreux outils de gestion dont état statistique périodique
- Possibilité de mise en réseau (cf C2/CPO Smart) et de télé-exploitation

REX GOLFECH

- Mesures plus précises avec un temps de comptage plus faible
- Retour rapide en cas de variation de BdF
- Localisation de la contamination avec appréciation source ponctuelle / répartie
- Seuil de 2000 Bq sur la voie somme utilisé sur GOL avec une cible à 800 Bq
- Dans un BdF contraignant, prévoir une étude d'implantation (localisation, orientation) et de la circulation des agents (zone d'exclusion et parcours réduisant l'interception du BdF)



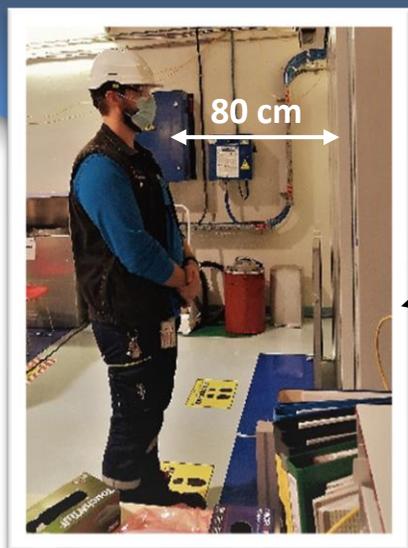
REX D'INSTALLATION - Niveau 10 (22,85 m)



SAS BR

- Circuit entrée outillage
- Circuit sortie outillage
- Tenue EVEREST
- Tenue bleue
- Roll up
- Affichage étapes de sortie

REX D'EXPLOITATION - Niveau 10 (22,85 m)



C1-PGH 18005252 – 924 :

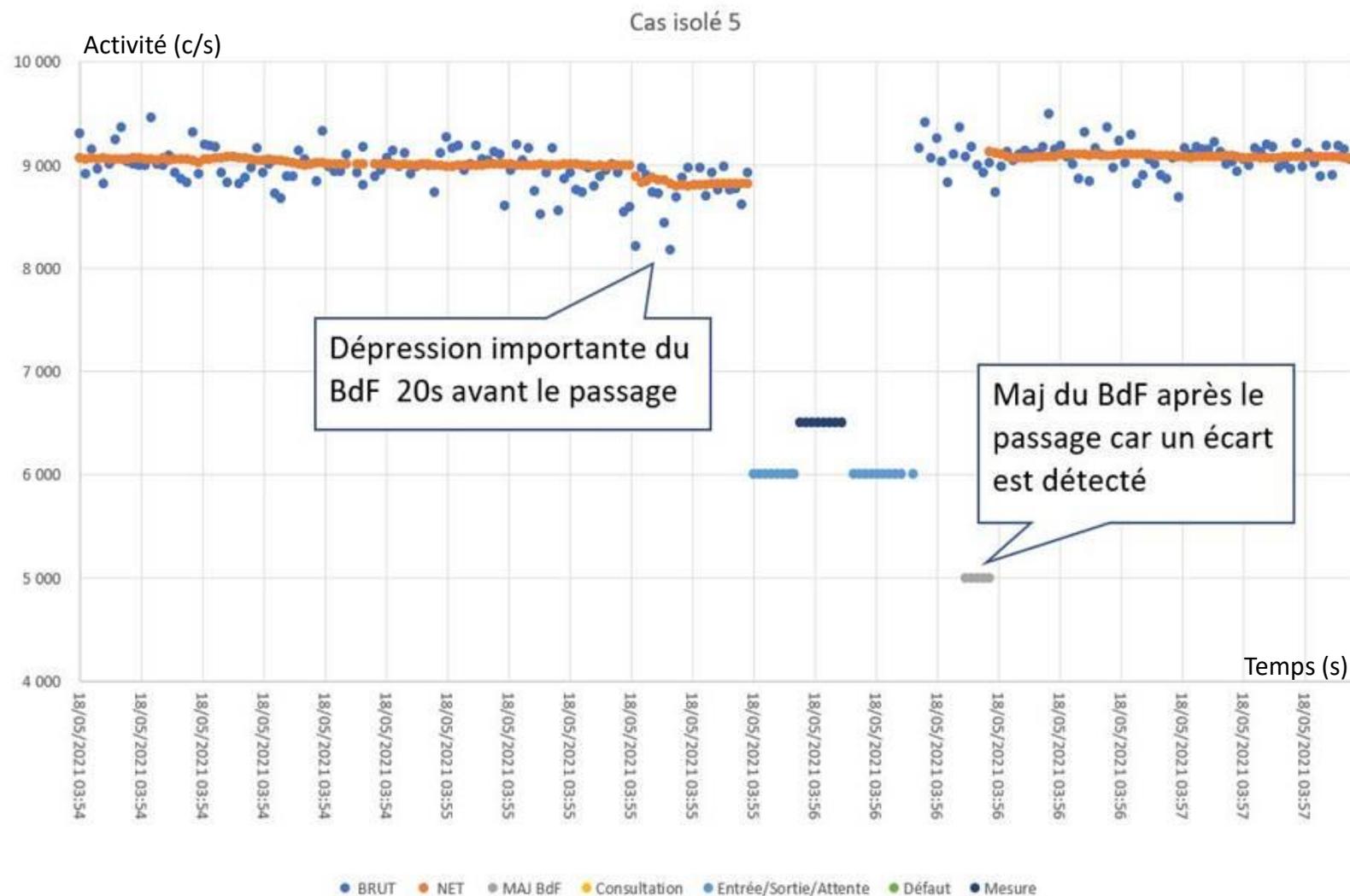
- BdF initial = 9250 c/s
- BdF Position 1 = 8180 c/s
- BdF Position 2 = 8620 c/s
- BdF Position 3 = 9090 c/s

→ Flux directif majoritaire en provenance du BR

→ La position 1 est la position la plus pénalisante observée avec une variation de 10 % par rapport au BDF initial.

→ Même test réalisé au niveau 7, variation Bdf $\approx 20 - 30$ c/s

REX D'EXPLOITATION - Niveau 10 (22,85 m)



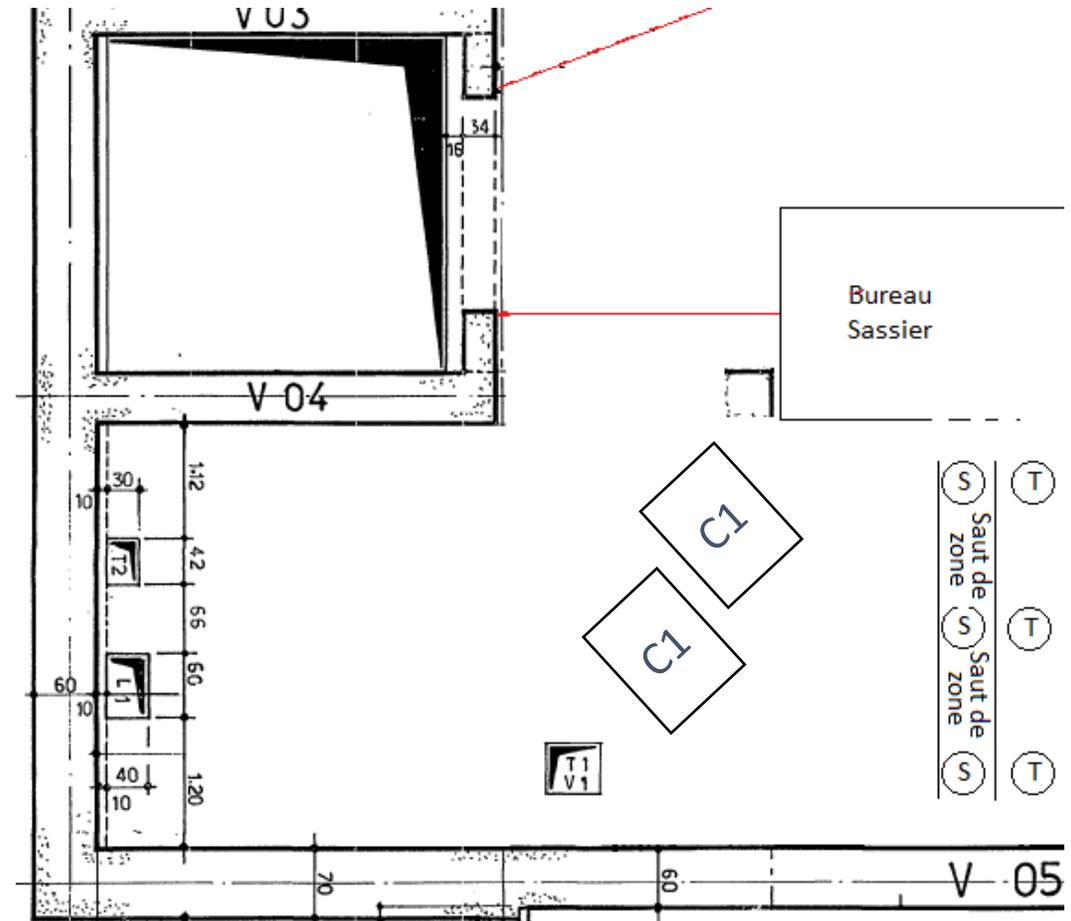
Journée test :

→ 236 passages
→ 38 déclenchements
« contaminés »
→ 5 contaminations
« confirmées »



- La dépression a eu le temps d'affecter le niveau de BdF pris en compte par le portique.
- La réaction rapide du portique joue donc contre lui dans cette configuration.
- Ces 2 cas illustrent bien le masquage du BdF par l'agent lui-même avant le passage.
- Parade : diminuer l'écrantage de l'opérateur en décalant les portiques de 45°.

REX D'INSTALLATION – TRANCHE 1 - Niveau 10 (22,85 m)

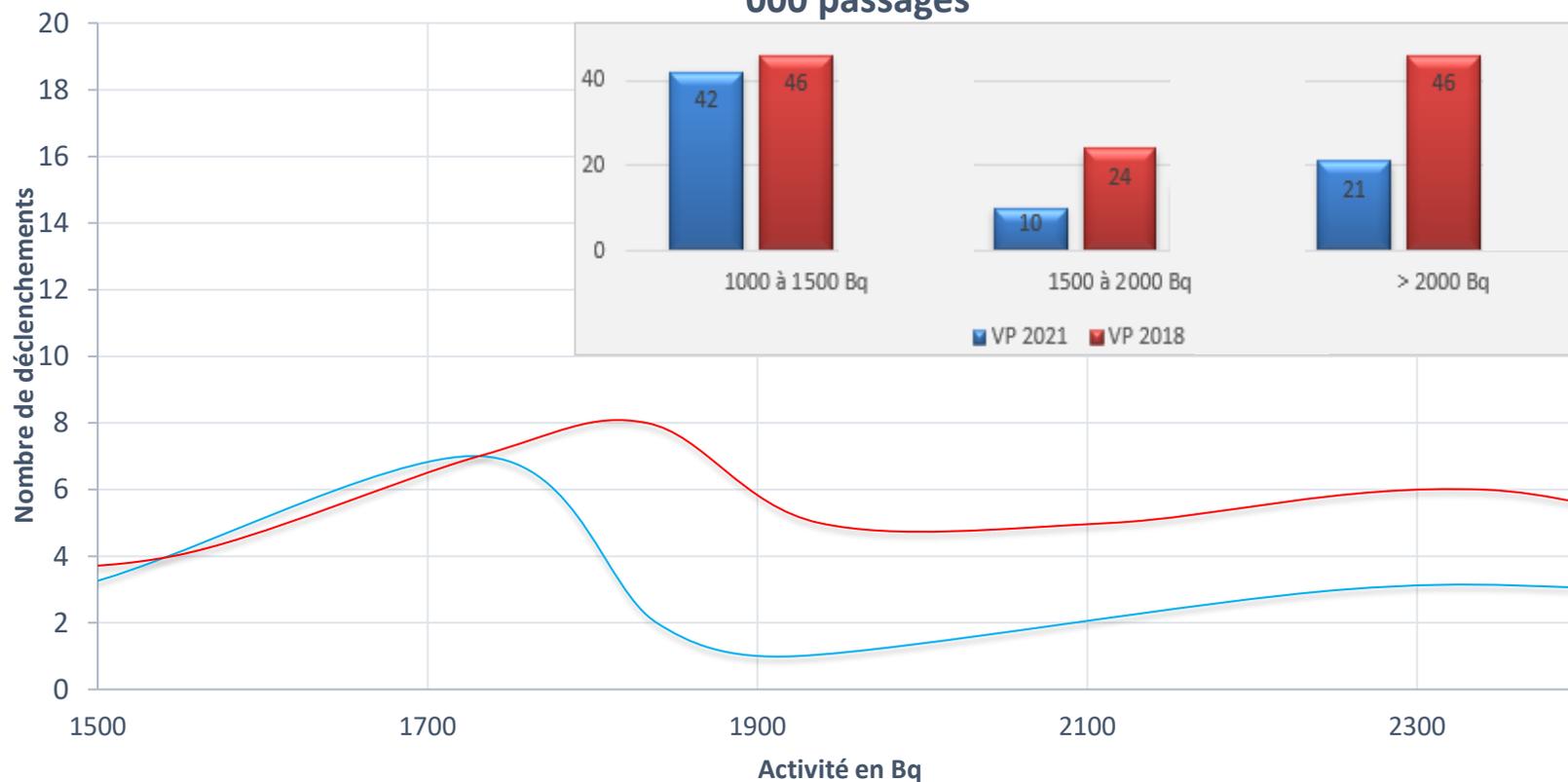


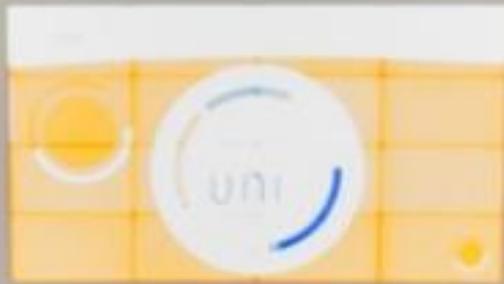
ACCESSIBILITE : INTERNE

©EDF 2021 - Ce document est la propriété d'EDF - Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation écrite.

ETUDE COMPARATIVE VP 2018 ET VP 2021

Nombre de déclenchements C2 en fonction de l'activité durant l'AT sur 33 000 passages





Merci