

framatome

DÉTECTEURS  
NEUTRONIQUES  
“HORS-COEUR”

Pour réacteurs nucléaires





# Introduction

Depuis plus de 50 ans, l'entité I&C de Framatome conçoit, fabrique, intègre, installe et maintient des détecteurs neutroniques "hors-cœur", ainsi que l'électronique (traitement et conditionnement) et l'ensemble des accessoires associés (connectiques, câbles coaxiaux et triaxiaux).

Ces détecteurs permettent de mesurer le flux neutronique de réacteurs nucléaires de tous types, et de surveiller en continu la puissance instantanée du réacteur, les fluctuations de puissance et la répartition de la puissance dans le cœur du réacteur. Les détecteurs neutroniques "hors-cœur" sont donc essentiels pour la sûreté des réacteurs nucléaires, durant toutes les phases d'exploitation.

Pour cela, Framatome utilise différentes technologies de détecteurs, soit conçues et fabriquées par ses équipes basées à Grenoble – France, soit intégrées dans ses assemblages détecteurs.

Avec des références sur plus de 120 réacteurs nucléaires de tous types à travers le monde et une expérience de plus de 50 ans dans ce domaine, Framatome dispose d'un retour d'expérience unique sur l'exploitation de ces produits.

**Cette expérience permet également à nos équipes de concevoir des produits spécifiques et adaptés aux exigences et besoins particuliers de nos clients à travers le monde.**



# Vue d'ensemble

Les détecteurs neutroniques "hors-cœur" de Framatome sont conçus et fabriqués pour effectuer des mesures fiables du flux neutronique de tous types de réacteurs nucléaires.



## Armoires RPN

Cartes et/ou voies électroniques permettant d'alimenter les détecteurs, récupérer et traiter les signaux électriques provenant des détecteurs



**Pénétration électrique**  
Non fournie par Framatome

**Bâtiment électrique (BL)**

**Bâtiment réacteur (BR)**



## Plaques de raccordements ou PPC

Situées au-dessus de chaque puits dans lesquels se trouvent les détecteurs. Elles permettent de connecter les allonges BR aux détecteurs



## Détecteurs neutroniques

CNS, CNI ou CNP en fonction des besoins

### Lien entre armoires et pénétration électrique

Allonges organiques BL permettant d'acheminer les signaux électriques (longueur sur demande)

### Lien entre pénétration électrique et allonges BR

Allonges organiques ou minérales en fonction des besoins pour acheminer les signaux électriques (longueur sur demande)

Les détecteurs fournis par Framatome couvrent différents niveaux de mesure du flux neutronique : niveau source, niveau intermédiaire et niveau puissance.

Selon le niveau, Framatome propose l'intégration de différents types de détecteurs neutroniques hors-cœur :

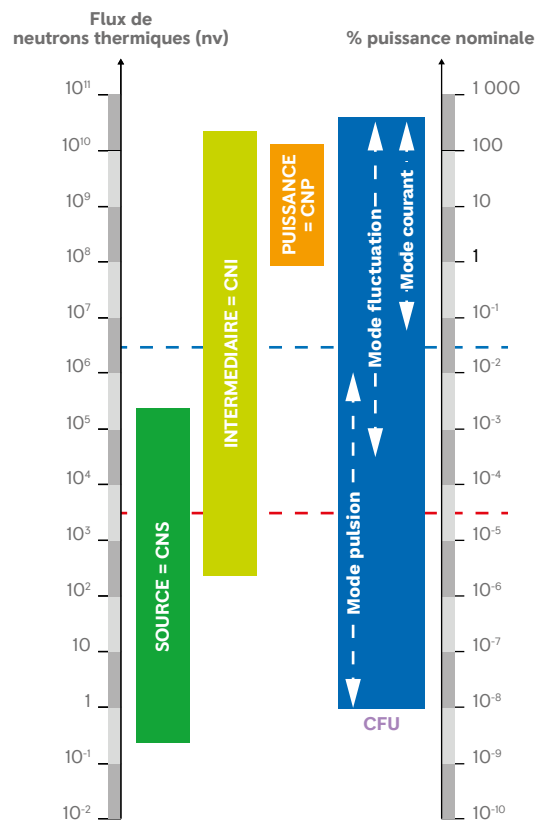
- compteurs proportionnels à dépôt de bore (type CPNB), pour les mesures du niveau source (faible puissance du réacteur),
- chambre d'ionisation compensée à dépôt de bore (type CC), pour les mesures du niveau intermédiaire (puissance moyenne du réacteur),
- chambre d'ionisation non compensée à dépôt de bore (type CNC ou CBL), pour les mesures du niveau puissance (pleine puissance du réacteur),
- chambre à fission uranium (type CFU), pour les mesures en situations accidentelles.

Nos détecteurs sont adaptables pour tous les types de réacteurs (PWR, VVER, PHWR et les réacteurs de recherche).

En fonction du type de réacteurs plusieurs configurations sont possibles. Framatome dispose des compétences pour définir la solution technique la plus adaptée, conformément aux exigences normatives en vigueur.

Framatome conçoit et fournit également l'ensemble des raccordements qualifiés et des accessoires nécessaires au fonctionnement optimal des détecteurs neutroniques, des allonges aux plaques de raccordement.

### Les différents niveaux de mesure du flux neutronique



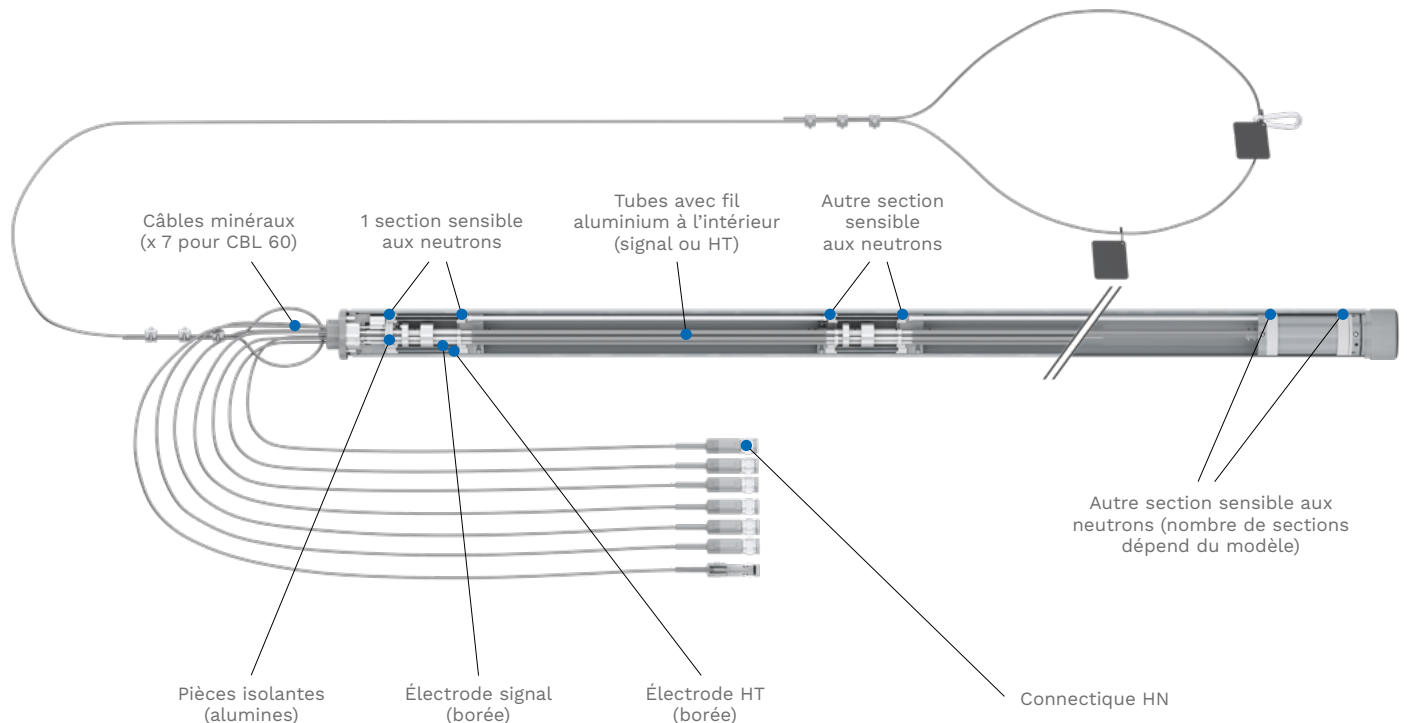
Plusieurs configurations possibles en fonction des exigences et besoins clients.

# Avantages pour le client

Les détecteurs neutroniques excore de Framatome utilisent des technologies éprouvées et fiables, conçues spécifiquement pour les réacteurs nucléaires de tous types.

Les principaux avantages de nos détecteurs neutroniques hors-cœur sont :

- capacité à fournir une solution globale incluant les détecteurs neutroniques, les liaisons incluant câbles, connectiques et plaques de raccordement, mais aussi l'électronique de conditionnement et de traitement, utilisant la technologie Spinline,
- expérience de 50 ans dans la conception, l'expertise et l'analyse en exploitation, la fabrication, la réalisation de qualification, l'installation et la maintenance de détecteurs neutroniques,
- retour d'expérience unique sur le fonctionnement de nos détecteurs,
- longue durée de vie de nos détecteurs,
- adaptation aux besoins du client, grâce à notre capacité à concevoir et à fabriquer des solutions spécifiques (typologie des détecteurs, longueurs de câbles, etc.),
- support long terme des détecteurs fournis, tout au long de leur durée de vie grâce à des solutions de diagnostic, de maintenance, de réparation et de gestion de l'obsolescence,
- contrats de support long terme en place avec nos principaux clients, qui permettent de garantir le maintien de nos compétences et des moyens de production.



Chambre d'ionisation non compensée à dépôt de bore, CBL60 – Vue en coupe.

# Références

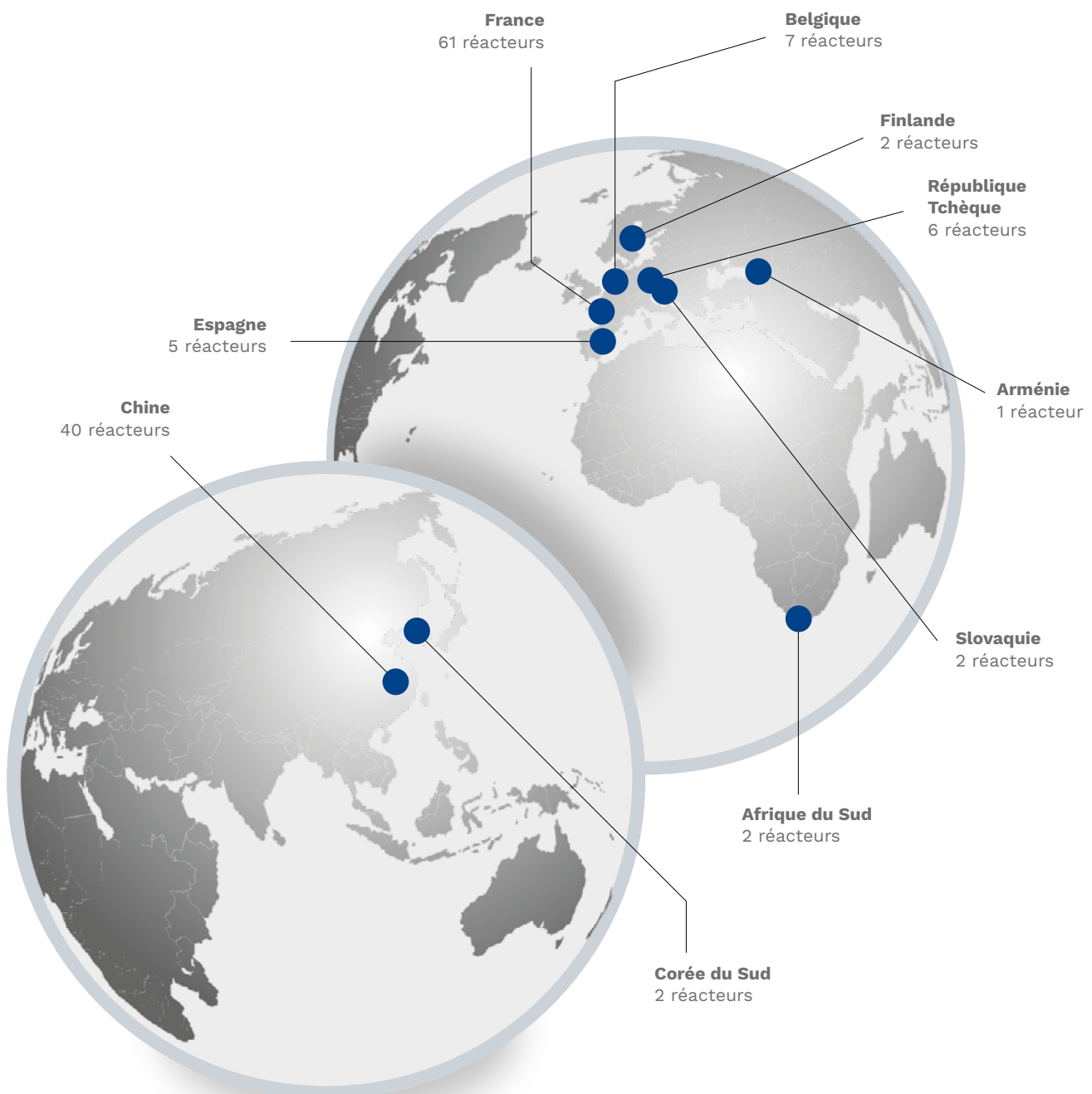
**Nos détecteurs neutroniques hors-cœur sont installés sur plus de 120 réacteurs à travers le monde.**

Au fil des années, Framatome a installé ses détecteurs neutroniques excore sur plus de 120 réacteurs nucléaires de tous types dans 10 pays différents, assurant ainsi la sûreté et l'exploitation de nombreux réacteurs.

Depuis plus de 50 ans, nos détecteurs sont installés dans des réacteurs de type PWR, VVER, RBMK et dans des réacteurs de recherche.

Ils sont installés sur tout le parc nucléaire français géré par EDF et sur la majorité des réacteurs nucléaires en Chine.

Une expérience unique dans l'industrie nucléaire qui fait de Framatome le partenaire idéal.



# Assemblages de détecteurs neutroniques Source/Intermédiaire (type CCA)

## Description

Les assemblages de type CCA, conçus et fabriqués par Framatome, sont destinés à recevoir un ou plusieurs détecteurs neutroniques Source ou Intermédiaire, pour la détection des neutrons thermiques au niveau source ou au niveau intermédiaire.

Ils peuvent être équipés avec un ou plusieurs détecteurs parmi les suivants :

- compteur proportionnel (CPNB),
- chambre d'ionisation compensée (CC),
- chambre à fission (CFU) sur étude spécifique.

Nos assemblages CCA assurent jusqu'à trois fonctions :

- le positionnement des détecteurs et de leurs câbles en regard du cœur,
- l'isolation électrique du blindage du détecteur par rapport à la masse mécanique du réacteur par des plots isolants à chaque extrémité de l'assemblage,
- la thermalisation des neutrons incidents selon les modèles.

## Principales caractéristiques des références génériques des assemblages de détecteurs neutroniques source/intermédiaire

Référence	Diamètre	Hauteur	Température max (hors accidentel)	Caractéristiques particulières
CCA-12	172 mm	3373 mm	80°C en continu/ 156°C en accidentel	Crosse pour guider et former les câbles. Sortie des câbles par le haut de l'assemblage. Manutention par câble de levage. Avec thermaliseur et isolant. Chaîne source : CPNB-44 Chaîne intermédiaire : CC-80
CCA-30	200 mm	4100 mm	80°C en continu/ 156°C en accidentel	Crosse pour guider et former les câbles. Sortie des câbles par le haut de l'assemblage. Manutention par anneaux de levage. Avec thermaliseur et isolant. Chaîne source : CPNB-44 Chaîne intermédiaire : CC-80
CCA-60	90 mm	491,4 mm	80°C en continu/ 156°C en accidentel	Sortie des câbles par des lumières. Attache de manutention. Avec isolant - Sans thermaliseur. Comporte un seul détecteur : CC-83 VV
CCA-61	90 mm	932 mm	80°C en continu/ 156°C en accidentel	Sortie des câbles par des lumières. Attache de manutention. Avec isolant - Sans thermaliseur. Comporte un seul détecteur : CPNB-44

Caractéristiques techniques générales		
Matière	Pièces métalliques	Aluminium haute pureté
	Isolants	Alumine ou Polyéthylène haute-densité selon le modèle
Électriques	Résistance d'isolement sous 500 VDC	$\geq 10^6 \Omega$
Manutention	Poids des CCA équipés	De 6 à 128Kg en fonction du produit
Environnementales	Pression max. (Epreuve Enceinte)	7 bars

**Framatome conçoit aussi des solutions sur mesure, adaptées à vos besoins. N'hésitez à nous contacter pour tout besoin spécifique !**



# Environnements Puissance (EPC)

## Description

Les environnements, conçus et fabriqués par Framatome, sont destinés à recevoir des chambres d'ionisation non-compensées multisection (CBL), pour la détection des neutrons thermiques au niveau puissance. Les chambres CBL peuvent avoir jusqu'à 6 sections.

Nos environnements de CBL assurent trois fonctions :

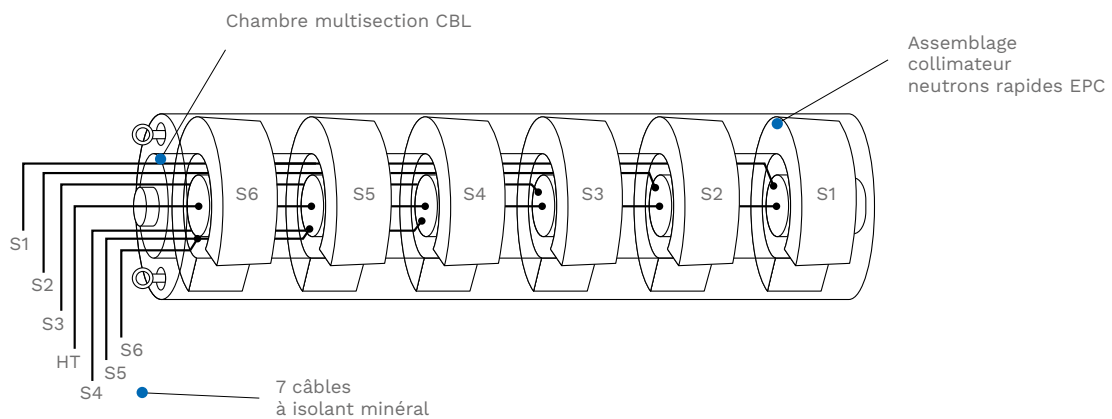
- le positionnement des sections sensibles en regard du cœur,
- l'isolation électrique du blindage du détecteur par rapport à la masse mécanique du réacteur,
- la thermalisation et la collimation des neutrons incidents.

Nos environnements (EPC) permettent de ne détecter que les neutrons rapides en provenance du cœur en les thermalisant et en capturant les neutrons provenant d'une autre direction (collimateur).

Ce principe améliore l'image de la distribution axiale de puissance.

## Principales caractéristiques des références génériques des environnements (EPC) pour chambres (CBL)

Référence	Diamètre	Hauteur	Température max	Utilisation
EPC-15	200 mm	3573 mm	120 °C	Matériel dédié aux Chaînes Puissance. Collimateur des neutrons rapides issus du cœur. Thermaliseur. Isolateur. Manutention par anneau de levage.
EPC-60	200 mm	3960 mm	120 °C	
EPC-26	180 mm	3444 mm	120 °C	



Vue d'ensemble d'un environnement EPC.

**Framatome conçoit aussi des solutions sur mesure, adaptées à vos besoins. N'hésitez à nous contacter pour tout besoin spécifique !**

# Chambres d'ionisation non compensées à dépôt de bore multi-section (type CBL)

## Mesure du flux de neutrons thermiques - niveau puissance.

### Description

Les chambres d'ionisation non compensées à dépôt de bore multi-section (CBL) sont conçues et fabriquées par Framatome pour la mesure du flux de neutrons thermiques au niveau puissance sur des cœurs de réacteurs de grandes dimensions. Les détecteurs niveau Puissance (CBL) sont des chambres d'ionisation qui comportent généralement deux ou six sections sensibles aux neutrons thermiques. Chaque section est constituée de deux électrodes concentriques recouvertes d'un dépôt de bore sensible aux neutrons.

Les détecteurs neutroniques Puissance comportent généralement six sections sensibles aux neutrons thermiques.

Plusieurs câbles sont intégrés à nos détecteurs CBL :

- un câble pour la polarisation haute tension,
- les autres câbles pour transmettre le courant (généralement deux ou six câbles selon le modèle, un par section).

Nos détecteurs peuvent comporter une élingue de levage pour la manutention.

Ils peuvent être intégrés dans les conteneurs de type EPC pour la mesure neutronique au niveau Puissance.

### Principales caractéristiques des références génériques des chambres d'ionisation multisections

Référence	Diamètre	Hauteur	Température max (hors accidentel)
CBL-15	80 mm	3443 mm	120 °C
CBL-60	80 mm	3853 mm	120 °C
CBL-16	80 mm	3193 mm	120 °C
CBL-26	80 mm	3353 mm	120 °C
CBL-41	80 mm	2839 mm	120 °C

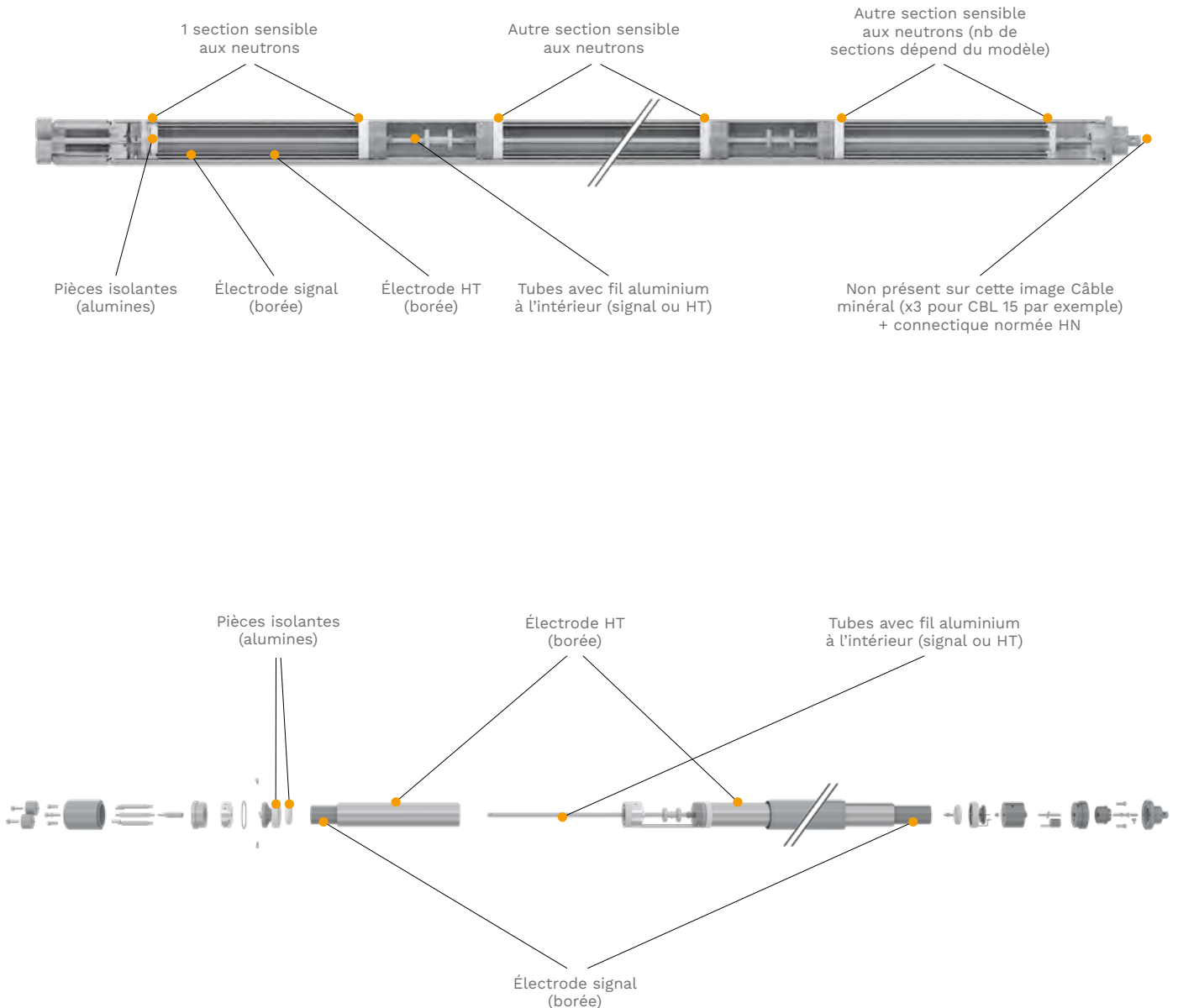
Toutes ces chambres sont équipées de câbles intégrés à isolant minéral.



**Framatome conçoit aussi des solutions sur mesure, adaptées à vos besoins. N'hésitez à nous contacter pour tout besoin spécifique !**

# Chambres d'ionisation non compensées à dépôt de bore multi-section (type CBL)

Mesure du flux de neutrons thermiques - niveau puissance.



Chambre d'ionisation à dépôt de bore, non compensée CBL15 - Vue en coupe et vue éclatée.

# Chambres d'ionisation non compensée mono-section (type CNC)

Mesure du flux de neutrons thermiques sans compensation gamma.

## Description

Les chambres d'ionisation non compensées à dépôt de bore mono-section (CNC) sont conçues et fabriquées par Framatome pour la mesure du flux de neutrons thermiques au niveau puissance sur des cœurs de réacteurs de petites dimensions.

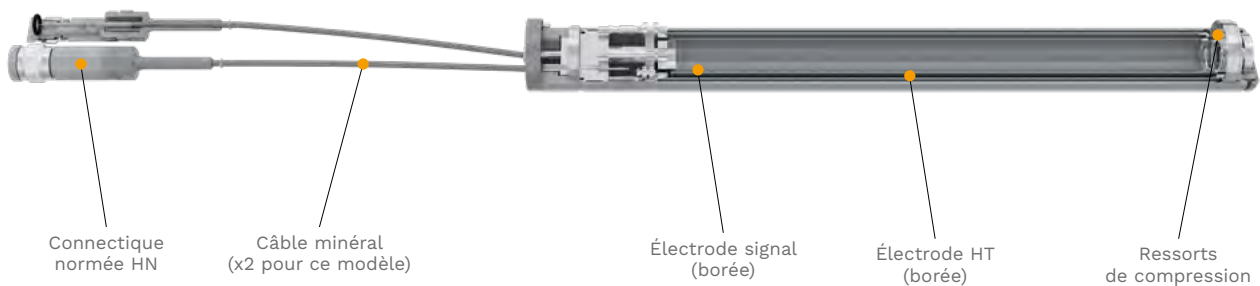
Elles sont constituées de deux électrodes concentriques dont les surfaces sont revêtues d'un dépôt de bore sensible aux neutrons.

Deux câbles sont intégrés à nos détecteurs :

- un câble pour la polarisation haute tension,
- un câble pour transmettre le courant collecté par l'électrode signal.

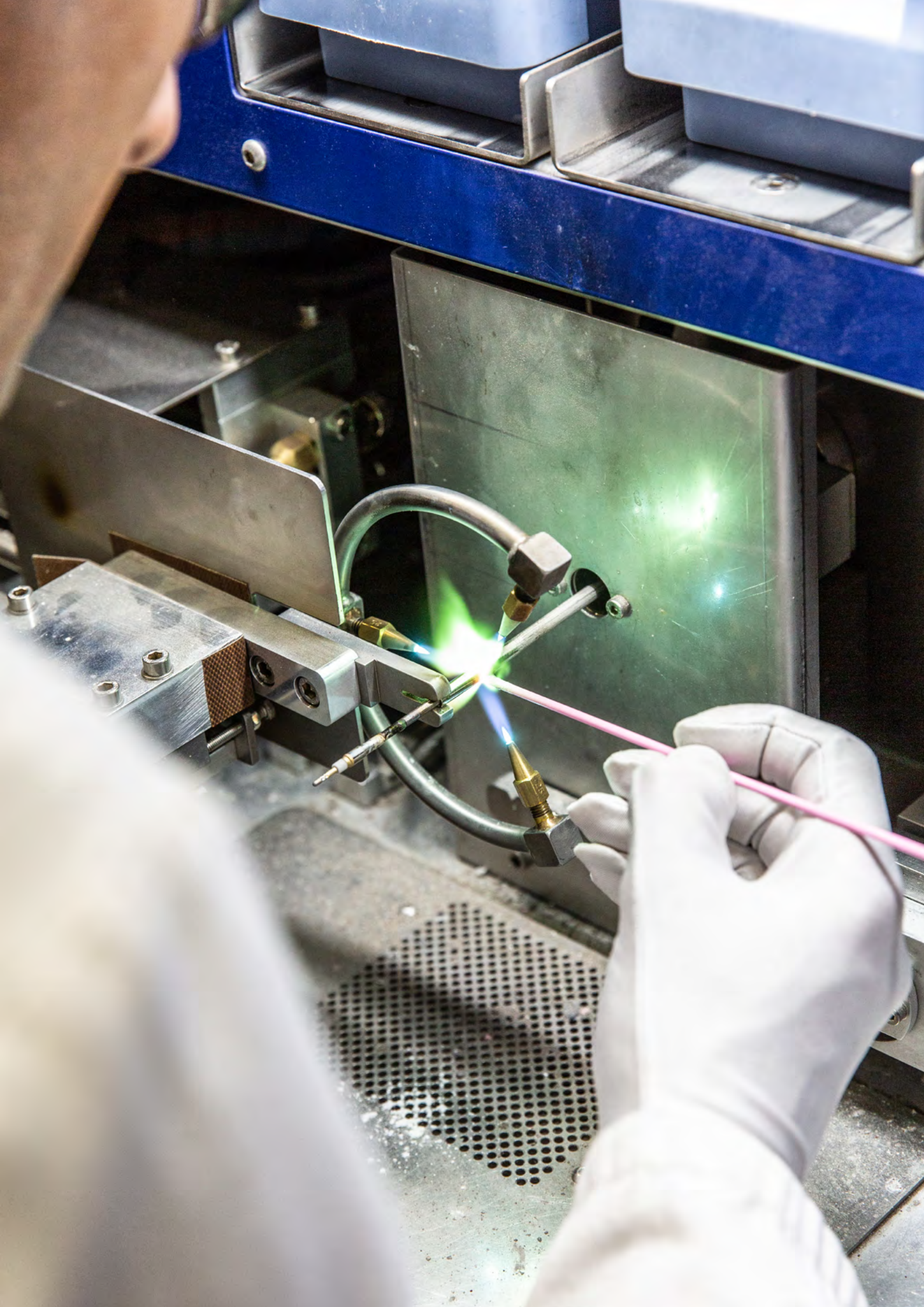
## Principales caractéristiques des références génériques des chambres d'ionisation non compensées CNC-50

Référence	Diamètre	Hauteur	Température max (hors accidentel)
CNC-50	49 mm	476 mm	120 °C



Chambres d'ionisation à dépôt de bore, non compensée CNC50 - Vue en coupe.

**Framatome conçoit aussi des solutions sur mesure, adaptées à vos besoins. N'hésitez à nous contacter pour tout besoin spécifique !**



# Chambres d'ionisation compensée (type CC)

Mesure de flux de neutrons thermiques avec compensation du bruit de fond gamma.

## Description

Les chambres d'ionisation compensées à dépôt de bore sont conçues et fabriquées par Framatome pour la mesure du flux de neutrons thermiques avec compensation du bruit de fond gamma. Elles sont utilisées au niveau intermédiaire de puissance et délivrent un signal pour un flux thermique compris typiquement dans la gamme de  $10^2$  à  $10^{10}$  n/cm<sup>2</sup>/s.

Le détecteur est formé de trois électrodes formant deux chambres d'ionisation distinctes, avec une électrode commune pour collecter les charges. Les surfaces de la première chambre sont revêtues d'un dépôt de bore, elle est sensible aux neutrons thermiques et aux gamma. Les surfaces de la deuxième chambre n'a pas de dépôt sensible, elle n'est sensible qu'au rayonnement gamma.

Ces deux chambres sont polarisées avec des tensions opposées pour que l'électrode commune délivre un courant égal à la soustraction des courants des deux chambres.

En ajustant la tension de compensation sur la chambre gamma on supprime une grande partie du signal induit par le rayonnement gamma.

Le rapport de compensation gamma/neutron varie entre -5% et +5% pour les rayonnements gamma du <sup>60</sup>Co, selon les tensions de compensation et le modèle.

Trois câbles sont intégrés au détecteur :

- deux câbles pour les polarisations haute tension,
- un câble pour transmettre le courant collecté.

Les chambres compensées peuvent être intégrées dans des assemblages de type CCA.

## Principales caractéristiques des références génériques des chambres d'ionisation compensées

Référence	Diamètre	Hauteur	Température max (hors accidentel)
CC-80	80 mm	573 mm	120 °C
CC-83 VV	84 mm	302,5 mm	120 °C

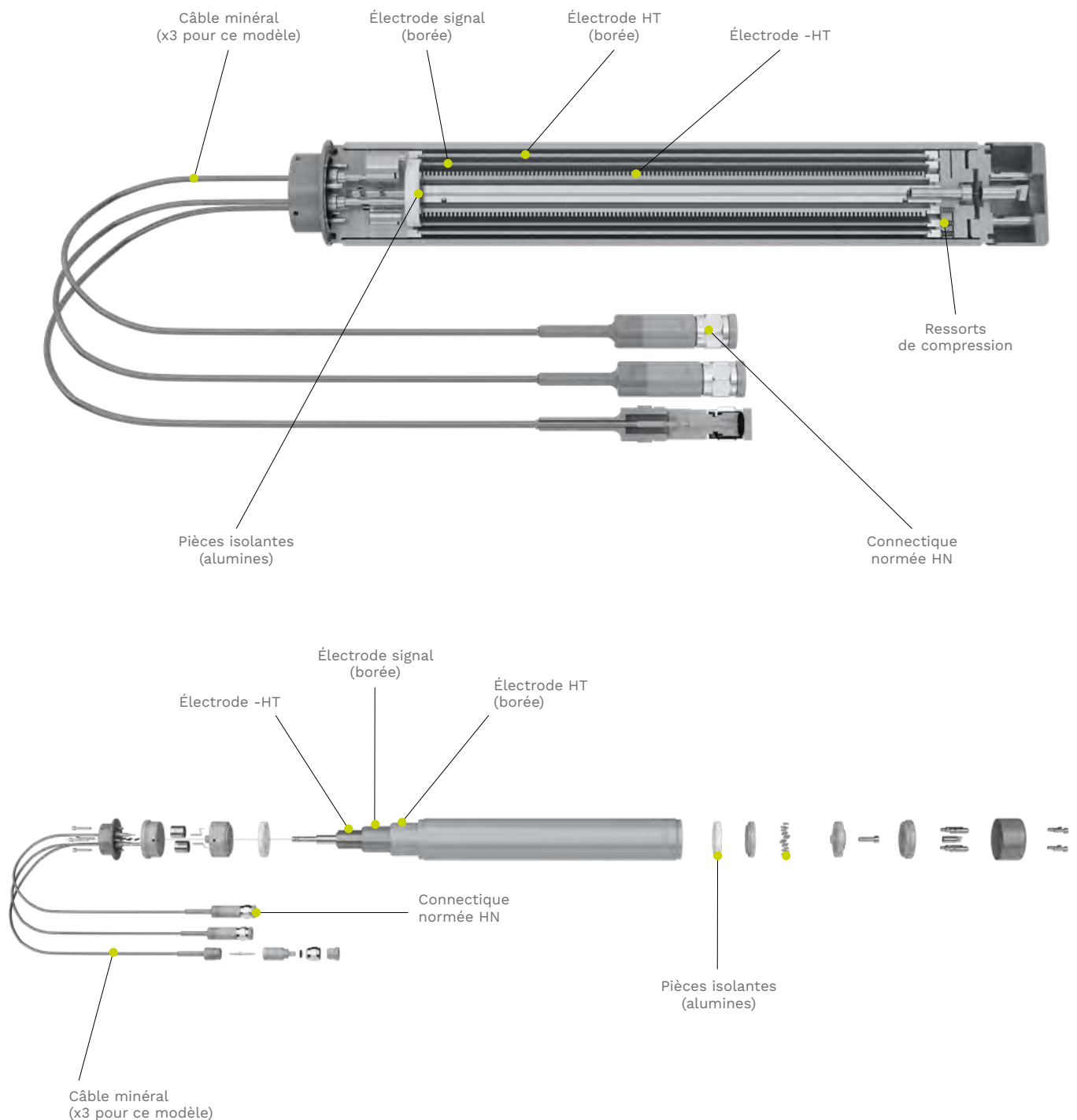
Pour l'ensemble de nos références, les longueurs de câbles sont personnalisables.



**Framatome conçoit aussi des solutions sur mesure, adaptées à vos besoins. N'hésitez à nous contacter pour tout besoin spécifique !**

# Chambres d'ionisation compensée (type CC)

Mesure de flux de neutrons thermiques avec compensation du bruit de fond gamma.



Chambres d'ionisation à dépôt de bore, compensée CC80 - Vue en coupe et vue éclatée.

# Compteurs proportionnels à dépôt de bore (CPNB)

Mesure de flux de neutrons thermiques faibles en présence d'un débit de dose gamma limité.

## Description

Les compteurs proportionnels sont des détecteurs de neutrons, constitués d'une cathode, d'une anode et d'un matériau sensible aux neutrons.

Les compteurs proportionnels à dépôt de bore ont une bonne sensibilité aux neutrons et ont une bonne caractéristique d'influçabilité par le rayonnement gamma. Ils sont utilisés au niveau source.



Compteur proportionnel (CPNB 44), conçu et fabriqué par Photonis

## Gamme de caractéristiques de compteurs proportionnels, intégrés dans nos conteneurs de type CCA

Référence	Diamètre	Hauteur	Température max (hors accidentel)
Gamme CPNB	de 25,4 mm à 76,5 mm	de 394 mm à 761 mm	200 °C

Sur demande, Framatome étudie et assure leur intégration dans les conteneurs de type CCA pour la mesure neutronique au niveau source.





# Chambres à fission (CFU)

Mesure multi-mode de flux de neutron en conditions normales et post-accidentelles.

## Description

Les chambres à fission sont des chambres d'ionisation à dépôt d'uranium enrichi. Elles peuvent mesurer le flux neutronique sur une grande dynamique en délivrant des signaux sous trois formes : impulsions, courant et fluctuations. On peut les utiliser aux trois niveaux : source, intermédiaire, puissance.

Elles ont la particularité d'être peu influençables par le rayonnement gamma ce qui leur donne une capacité

remarquable de mesurer un flux de neutrons thermiques dans les conditions radiatives correspondant à une situation accidentelle et post accidentelle.

Elles discriminent facilement les neutrons et les gammas, en mode impulsion et campbell.

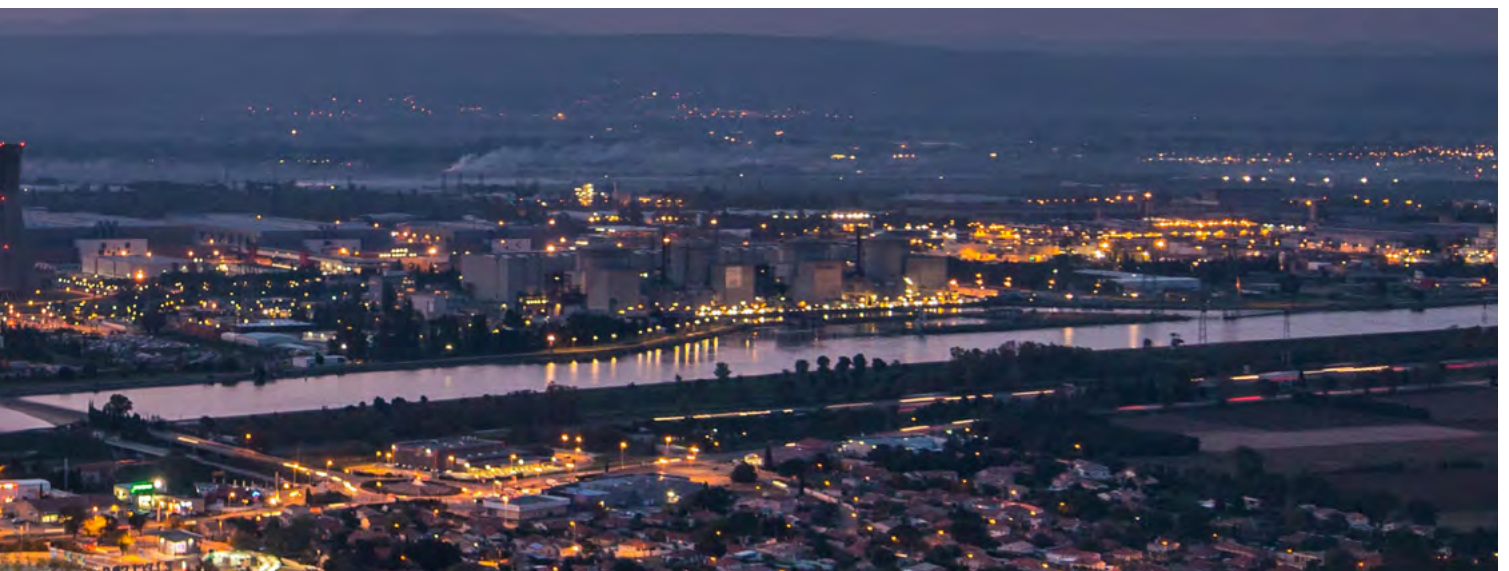


Chambre à fission (FC1199), conçue et fabriquée par Centronic

## Gamme de caractéristiques de chambres à fission, intégrés dans nos conteneurs de type CCA

Référence	Diamètre	Hauteur	Température max (hors accidentel)
Gamme FC	de 6,2 mm à 89 mm	de 45,5 mm à 700 mm	de 140 °C à 550 °C

Sur demande spécifique, Framatome étudie et assure leur intégration dans les conteneurs de type CCA pour la mesure neutronique au niveau Source.



# Raccordement et accessoires

Un ensemble de raccordements qualifiés et d'accessoires pour un fonctionnement optimal des détecteurs neutroniques.

## Description

Framatome étudie, conçoit et fournit tous les accessoires de raccordement, permettant de relier nos détecteurs neutroniques excore, à l'électronique de mesure, que ce soient :

- des câbles intégrés,
- des plaques de raccordement (PPC),

- des câbles minéraux, coaxiaux ou triaxiaux, ou organiques permettant de sortir les signaux du BR,
- des câbles organiques permettant de transmettre les signaux dans le BL jusqu'aux armoires.

## Matériels séparés disponibles

Type de matériel	Utilisation	Caractéristiques
Plaque de raccordement	Pour maintenir les câbles et transmettre les signaux des détecteurs neutroniques en haut de puits de cuve.	Dimensions à la demande du client. Brides de serrage des câbles tout diamètre. Brides isolantes.
Connecteurs et traversées	Pour les liaisons des BR et BL.	Mâle ou femelle. Option : connectique étanche.
Caisse d'outillage	Pour la maintenance des détecteurs et câbles.	Outils dédiés au montage des connecteurs. Outils pour la dépose des joints.
Consommables	Pour la maintenance des détecteurs et câbles.	Ruban adhésif et gaines isolantes.

## Configurations types

Type de voie	Détecteur	PPC	Connecteur mâle	Allonge BR	Connecteur mâle	Si traversée auxitrol				Traversée femelle (niveau armoire)	Bretelle (interne armoire)
						Pénétration électrique	Connecteur mâle	Allonge BL	Connecteur mâle		
	Standard	Spécifique	Standard	Standard	Standard		Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
CNS	CPNB44	PPC Triax PPC Coax PPC ELSA	Allonge triax CNS intégrant connecteurs			Non fourni	Connecteur coax 6 pans	Coax impulsion organique	Connecteur coax 6 pans	Traversée étanche femelle HN	Bretelle impulsion 6 pans
			Coax CNS minérale intégrant connecteurs								
			Connecteur coax 6 pans	Coax impulsion organique	Connecteur coax 6 pans						
CNI	CC80	PPC Triax PPC Coax PPC ELSA	Allonge triax Courant intégrant connecteurs			Non fourni	Connecteur coax 6 pans	Coax Courant organique	Connecteur coax 6 pans	Traversée étanche femelle HN	Bretelle Courant 6 pans
	CC83		Coax Courant minérale intégrant connecteurs								
	CC54		Connecteur coax 6 pans	Coax Courant organique	Connecteur coax 6 pans						
CNP	CBL60	PPC Triax PPC Coax PPC ELSA	Coax Courant minérale intégrant connecteurs			Non fourni	Connecteur coax 6 pans	Coax Courant organique	Connecteur coax 6 pans	Traversée étanche femelle HN	Bretelle Courant 6 pans
	CBL15		Allonge triax Courant intégrant connecteurs								
	CBL26		Connecteur coax 6 pans	Coax Courant organique	Connecteur coax 6 pans						

Framatome conçoit aussi des solutions sur mesure, adaptées à vos besoins.  
N'hésitez à nous contacter pour tout besoin spécifique !

# Raccordement et accessoires

**Plaque de raccordement (PPC) : pour maintenir les câbles des détecteurs neutroniques et assurer leur raccordement en haut du puits de cuve.**

## Description

La plaque de raccordement permet d'assurer le raccordement entre les câbles intégrés d'un détecteur neutronique hors-cœur et les câbles permettant de sortir du BR, ainsi que leur maintien mécanique dans le puits.

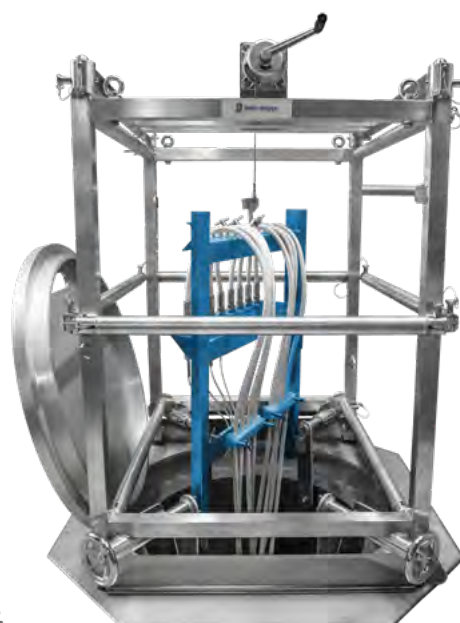
En fonction du type de détecteurs et du type d'installation, les plaques de raccordement se différencient par l'encombrement général et le nombre de traversées HN.

## Caractéristiques techniques des plaques de raccordement (coaxial / triaxial), pour chaîne puissance (type EPC) et pour chaîne source/intermédiaire (type CCA)

Caractéristiques techniques générales		
Matière	Châssis - Structure mécanique	Acier inoxydable
	Bride de Serrage - Pièces métalliques	Acier inoxydable
	Bride de Serrage - Isolant	Epoxy
	Connecteur - Pièces métalliques	Acier inoxydable
	Connecteur - Isolant	Alumine
Mécaniques	Encombrement	En fonction des puits de l'installation
	Poids	Entre 8Kg et 18Kg
	Type de connectique étanche	HN femelle
	Nombre de connectique	En fonction du type de détecteur
Électriques	Isolément âme/blindage (sur la traversée HN) Sous 500 VDC	$\geq 10^{12} \Omega$
	Isolément blindage/masse Sous 500 VDC	$\geq 10^{10} \Omega$
Environnementales	Température max. continue de fonctionnement	80 °C
	Température max. occasionnelle	120 °C
	Pression max. (Epreuve Enceinte)	7 bars
	Flux gamma max.	1000 Gy/h
	Exposition gamma max.	$10^9$ Gy



**Framatome conçoit aussi des solutions sur mesure, adaptées à vos besoins. N'hésitez à nous contacter pour tout besoin spécifique !**



Plaque de raccordement PPC, avec outillage SWIT.

# Raccordement et accessoires

## Allonges, minérales/organiques coaxiales.

### Description

Nos détecteurs neutroniques hors-coeur sont reliés à l'électronique de mesure par l'intermédiaire de leurs câbles intégrés, des câbles minéraux permettant de sortir les signaux du BR jusqu'aux armoires et des câbles organiques permettant de transmettre les signaux dans le BL jusqu'aux armoires.

Les allonges permettent selon leur longueur :

- de traverser tout le BR, de la plaque de raccordement à la traversée d'enceinte,
- de traverser le fourreau en sortie de puits de cuve. Elles permettent de faciliter la maintenance dans les zones où règnent des températures et des conditions radiatives élevées.

Nos allonges minérales coaxiales :

- sont dépourvues de matières organiques et présentent donc une résistance exceptionnelle à la température et aux rayonnements,
- permettent de sortir les signaux, qu'il s'agisse d'impulsions ou de courant.

Elles sont conçues et fournies par Framatome.

Les allonges organiques coaxiales sont fournies par Framatome sous forme de kit ou assemblées.

### Principales caractéristiques des références génériques des allonges, organiques ou minérales, coaxiales

Référence	Type de câble	Température max (hors accidentel)	Utilisation
CP-597	Câble organique coaxial Anti-microphonique Non propagation de la flamme	80 °C	Transmission des signaux des détecteurs neutroniques dans le BL.
CP-711	Câble organique coaxial Haute immunité aux perturbations Non propagation de la flamme	80 °C	Transmission des signaux des détecteurs neutroniques dans le BL.
CZ-23	Câble organique coaxial Anti-microphonique Non propagation de la flamme Qualifié à l'irradiation	80 °C	Transmission des signaux des détecteurs neutroniques dans le BR.
CZ-24	Câble organique coaxial Anti-microphonique Non propagation de la flamme Qualifié à l'irradiation	80 °C	Transmission des signaux des détecteurs neutroniques dans le BR.
Allonge minérale 1ZsAcCAc40	Câble coaxial prolongateur à isolant minéral	80 °C	Câble prolongateur pour les zones à fort débit de dose dans le BR. Préconisé pour les détecteurs neutroniques Intermédiaire et Puissance.
Allonge minérale 1CCFAc40	Câble coaxial prolongateur à isolant minéral	80 °C	Câble prolongateur pour les zones à fort débit de dose dans le BR. Préconisé pour les détecteurs neutroniques Source.
Allonge minérale 1ZsAcCAc40	Câble coaxial de transmission à isolant minéral, grande longueur	80 °C	Transmission des signaux des Chaînes Intermédiaire et Puissance, du puits de cuve au BL.
Allonge minérale 1CCFAc40	Câble coaxial de transmission à isolant minéral, grande longueur	80 °C	Transmission des signaux des Chaînes Sources, du puits de cuve au BL.

# Raccordement et accessoires

## Allonges, minérales triaxiales.

### Principales caractéristiques des allonges, minérales, triaxiales

Caractéristiques techniques générales		
Matière	Câble - Gaine extérieure	Acier inoxydable
	Jonction - Pièces métalliques	Acier inoxydable
	Jonction - Isolant	Alumine
	Connecteurs - Pièces métalliques	Acier inoxydable
	Connecteurs - Isolant	Alumine
Mécaniques	Connectique étanche	HN mâle ou HN femelle
	Rayon de courbure statique min.	50 mm
	Zone de pliage à 30° maximum depuis l'extrémité avant du connecteur	250 mm
	Poids	150 gr/m
Électriques	Résistance d'isolement entre le conducteur et le blindage coaxial sous 500 VDC	$\geq 10^{12} \Omega$
	Résistance d'isolement entre le blindage coaxial et le blindage triaxial sous 500 VDC	$\geq 10^6 \Omega$
Courant	Résistance de ligne	$< 0,2 \Omega/m$
	Capacité linéique	160 pF/m
	Impédance	30 $\Omega$
Impulsion	Résistance de ligne	$< 0,1 \Omega/m$
	Capacité linéique	106 pF/m
	Impédance	50 $\Omega$
Géométriques	Diamètre du blindage triaxial	5 mm
	Longueur minimal	1 m
	Longueur maximale	80 m
	Diamètre sur les jonctions	12 mm
Environnementales	Température max. continue de fonctionnement	80 °C
	Température max. occasionnelle	120 °C
	Pression max. (Epreuve Enceinte)	7 bars
	Flux gamma max.	1000 Gy/h
	Exposition gamma max.	10 <sup>9</sup> Gy
	Humidité relative max.	100% avec ruissellement
	Résistance au ruissellement d'eau borée	Très bonne
Conditions accidentelles (courant uniquement)	Profil K1 (24h)	

# Qualification nucléaire

Tous nos détecteurs sont conçus pour répondre aux exigences de qualification les plus strictes conformément aux normes internationales et aux conditions de fonctionnement requises.

Nos détecteurs ont été approuvés par les autorités de sûreté de différents pays, tels que la Belgique, la Bulgarie, la Chine, la République tchèque, la France, l'Inde, l'Afrique du Sud, la Corée du Sud et l'Espagne.

## Normes

Nos détecteurs neutroniques sont conformes aux normes suivantes :

- RCC-E : Règles de conception et de construction de matériels électriques des îlots nucléaires.
- IEEE 323 : Norme IEEE pour la qualification des équipements électriques de classe 1E pour les centrales nucléaires.
- IEEE 344 : Procédure IEEE recommandée pour la qualification sismique des équipements de classe 1E pour les centrales nucléaires.
- Normes CEI : Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique (CEI 60068-1, CEI 60068-2-2, CEI 60068-2, CEI 60068- 2-6, CEI-60780-323, CEI-60980-344, CEI-60515).

## Qualification affichée (RCCE)

Tous les produits hors BR : K3.

Tous les produits intérieurs BR : K2 mini.

Tous les produits liés aux CNI dans le BR : K1-24h.

## Classement sûreté

Tous les produits véhiculant un signal/tension : IPS-1E.

## Allonges triaxiales

Elles sont qualifiées selon le RCC-E 2005 suivant les normes CEI 60068-2-2, CEI 60068-2-6, CEI 60068-2-30.

Les allonges dédiées à la transmission en courant sont qualifiées K1 ou K2 (RCCE).

Les allonges dédiées à la transmission en mode impulsion sont qualifiées K2 (RCCE).

## Management de la qualité

Nos détecteurs neutroniques sont fabriqués dans le cadre d'un système de management de la qualité conforme aux normes ci-dessous.

- Système de management de la qualité (ISO9001) :
  - AIEA GS-R-3 : système de management des installations et des activités – Prescriptions de sûreté.
  - NRC 10CFR part 50 Appendix B – critères d'assurance qualité pour centrales nucléaires et de retraitement de combustible.
  - NRC 10 CFR part 21 – information des défauts et non-conformités.
  - ANSI/ ASME NQA-1 : exigences de programme d'assurance qualité pour les installations nucléaires.
  - AFCEN RCC séries- A5000 : assurance qualité
  - NQSA NSQ-100 : sûreté nucléaire et système de management de la qualité – Exigences.
- Environnement :
  - ISO 14001 : système de management de l'environnement – Exigences.
- Radioprotection :
  - CEFRI SPE-E-0400 - Spécification "E" du CEFRI concernant les entreprises employant du personnel de catégorie A ou B travaillant dans les installations nucléaires.



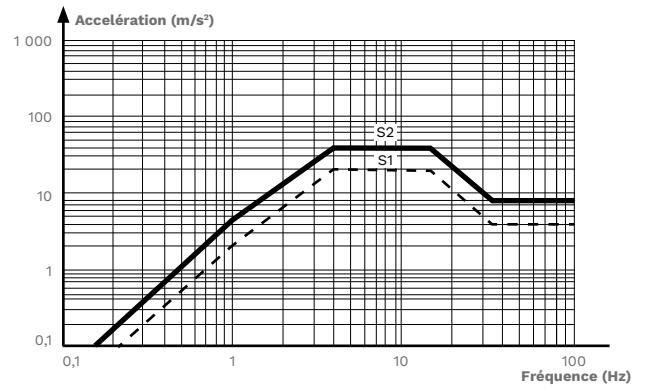
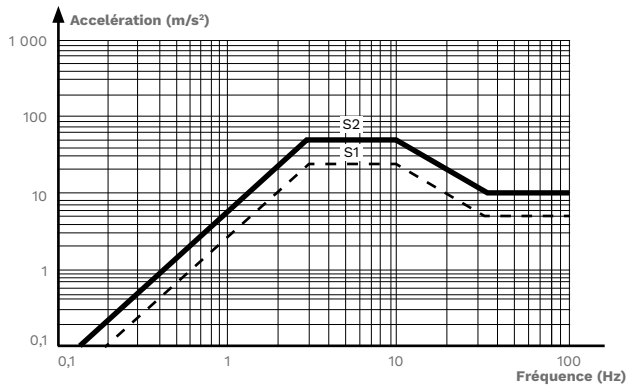
**Framatome est à même de réaliser les qualifications et compléments de qualification, ainsi que des argumentaires adaptés à vos besoins.**

**N'hésitez pas à nous contacter pour tout besoin spécifique !**

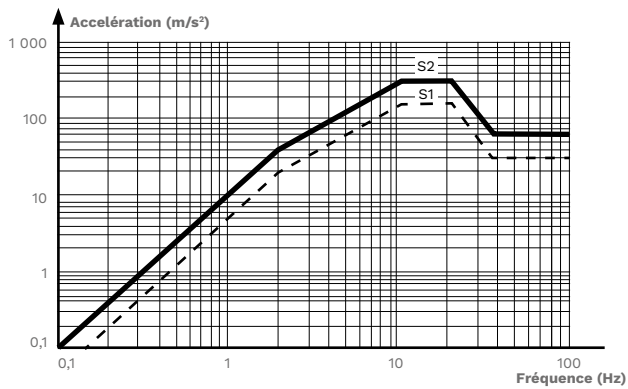
### Essais sismiques

Exemple de tests réalisés sur nos détecteurs neutroniques. Cinq cycles sur S1 (Spectre sismique tout projet – Spectres horizontaux) : test biaxial sur axes horizontaux OX/OZ et verticaux OX/OY, 1 cycle sur S2 (Spectre sismique tout projet – Spectres verticaux) : test biaxial sur axes horizontaux OX/OZ et verticaux OX/OY.

Les tests sont effectués selon les spectres sismiques de composants ou les spectres sismiques tout projet.



Spectres sismiques tout projet – Spectres horizontaux SRS niveau S1 et S2 à 5% d'amortissement.  
Spectres sismiques tout projet – Spectres verticaux SRS niveau S1 et S2 à 5% d'amortissement.



Spectres sismiques de composants - Spectres horizontaux et verticaux

Framatome est un leader international de l'énergie nucléaire, reconnu pour ses solutions innovantes et digitales, ses technologies à forte valeur ajoutée à destination du parc nucléaire mondial. Forte d'une expertise mondiale et de solides références en termes de fiabilité et de performances, l'entreprise conçoit, entretient et installe des composants et des combustibles ainsi que des systèmes de contrôle-commande pour les centrales nucléaires. Ses quelque 16 000 collaborateurs permettent chaque jour aux clients de Framatome de fournir un mix énergétique bas-carbone toujours plus propre, plus sûr et plus économique. Retrouvez-nous sur [www.framatome.com](http://www.framatome.com) et suivez-nous sur [Twitter](#) et [LinkedIn](#).

Framatome est détenue par le Groupe EDF (75,5 %), Mitsubishi Heavy Industries (MHI – 19,5 %) et Assystem (5 %).



Scannez ce QR Code pour en savoir plus sur notre Solutions Portfolio

**framato**me****

Framatome  
Tour AREVA. 1 Place Jean Millier  
92400 Courbevoie, France

[ic@framatome.com](mailto:ic@framatome.com)  
[communication@framatome.com](mailto:communication@framatome.com)  
[www.framatome.com](http://www.framatome.com)