



SYSTÈME DE DÉTECTION D'ACCIDENTS DE CRITICITÉ

CAAS-3S™

Système de détection d'accidents de criticité

Système de sécurité d'installations de nouvelle génération



CARACTÉRISTIQUES

- Détection neutron, gamma ou gamma/neutron,
- Architecture entièrement redondante à tous les niveaux du système
- Temps de réponse inférieur à 300 ms par norme de criticité
- Couverture de zones multiples - 10 zones avec une logique de voteur en 2/3, ou 8 zones avec une logique de voteur en 2/4
- Contrôle continu de l'état de chaque détecteur
- Supervision à distance
- Qualifié en situations de criticité réelles sur les réacteurs CALIBAN et PROSPERO du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA)
- Conforme aux normes CEI 60860 (2014), ISO 7753 (1987) et ANSI/ANS-8.3 (1997)
- Conçu suivant le référentiel SIL2 de la norme IEC 61511-1.

PRINCIPAUX AVANTAGES

- Très faible taux de fausses alarmes
- Interruption d'exploitation négligeable
- Faibles besoins de maintenance et temps d'arrêt minimal des installations
- Adapté à différents accidents, blindage, installations et réglementations existantes grâce à la détection neutron et gamma
- Capacités de suivi post-accident.

APPLICATIONS

- Installations du cycle du combustible, notamment l'enrichissement, la fabrication et le retraitement
- Applications Recherche et Militaires
- Applications Déchets et Stockage

DESCRIPTION

FIABILITÉ

Le CAAS-3S est un système nouvelle génération basé sur l'excellence opérationnelle établie depuis plus de quarante ans. La nouvelle génération est basée sur la chaîne de signaux analogiques très fiable utilisée dans la conception des sondes pour le produit antérieur EDAC-2 et le produit ultérieur EDAC-21 qui ont obtenus d'excellents résultats en matière de sécurité et de très faibles taux de fausses alarmes. Ce nouveau système tient compte des nouvelles réglementations pour les prochaines décennies d'exploitation.

GAMME DE SCÉNARIOS DE COUVERTURE

Les capacités de détection comprennent des sondes gamma uniquement, des sondes neutron uniquement et des sondes neutron + gamma combinées afin de couvrir tous les types d'installations et d'excursions de criticité

L'utilisation de la technologie de scintillation et de composants électroniques robustes offre une très grande fiabilité et permet de contrôler le débit de dose pendant et après un accident

SÉCURITÉ

Le système est conçu pour répondre aux exigences du référentiel SIL2 de la norme IEC 61511, avec une redondance complète du canal de sécurité, de la sonde à la sortie d'alarme.

Testé et éprouvé pour détecter un événement de criticité et déclencher des alarmes dans des conditions sismiques

CRITÈRES DE CONCEPTION CLÉS

- Fiabilité
- Temps de réponse
- Avertissement d'erreur/de défaillance
- Tolérance sismique
- Réduction des fausses alarmes

MAINTENANCE

- Mise à disposition d'une série d'options de maintenance pour assurer l'exploitation du système sur plusieurs décennies.

FLEXIBILITÉ

- Les sondes peuvent être installées jusqu'à 1 000 mètres de la baie de traitement.
- Plusieurs baies de traitement peuvent être mises en réseau de manière sécurisée.
- De nouvelles zones peuvent être ajoutées à un système existant sans interrompre les zones opérationnelles existantes.
- Les tests et les opérations de maintenance d'une zone peuvent être effectués sans interruption opérationnelle des autres zones.

PRÉSENTATION DU SYSTÈME

Le CAAS-3S est un système de détection d'accidents de criticité (CAAS) tel que défini par les normes industrielles en vigueur. Il a été conçu pour surveiller les zones où une excursion de puissance potentielle pourrait survenir et déclencher une alarme permettant l'évacuation rapide du personnel en cas d'accident de criticité.



Le système peut surveiller simultanément plusieurs zones à l'intérieur d'un bâtiment ou au sein d'une installation comportant plusieurs bâtiments. Les sondes de détection doivent être situées dans des zones où le personnel pourrait être exposé à une dose de rayonnement excessive (telle que définie par les normes).

Le CAAS-3S offre les caractéristiques de conception clés suivantes :

- Cinq fonctionnalités permettant la détection gamma et neutron et différentes sensibilités.
- La tête de détection neutron et/ou gamma et le module logique d'alerte électronique sont situés dans la sonde. La surveillance continue du bon fonctionnement du détecteur à scintillateur est obtenue grâce à une diode électroluminescente avec un circuit de rétroaction. Ce circuit de rétroaction vérifie la fonctionnalité de l'ensemble du système (à travers toute la chaîne de signaux jusqu'à l'alarme), et toute incohérence électronique est communiquée à l'unité de contrôle (baie de traitement).
- L'architecture de la sonde est composée d'une chaîne analogique et d'une chaîne numérique. La chaîne analogique comprend le module capteur gamma/neutron, l'amplificateur, l'alerte de test, l'alimentation et les générateurs de signaux d'alerte. La chaîne analogique, qualifiée SIL2, est basée sur la conception éprouvée de la sonde EDAC. La chaîne numérique est basée sur un FPGA proposant des fonctionnalités d'auto-test et de suivi des accidents, de stockage des paramètres de la sonde (y compris la calibration), des valeurs de détection de température et une fonctionnalité de surveillance pour déterminer le bon fonctionnement de l'électronique numérique.
- La logique d'alerte de chaque sonde est sensible aux deux scénarios d'excursion de puissance : le système métallique «de criticité prompte» et l'accident non métallique «montée lente de la pression».
- La redondance est intégrée au système tout au long de la chaîne du signal. Chaque unité de contrôle dispose d'un backup redondant avec basculement automatique.
- Les alimentations sont équipées de batteries de secours qui permettent de maintenir les fonctionnalités de détection en cas de panne de courant.
- Le système est entièrement autonome.
- Le logiciel embarqué permet de contrôler le bon fonctionnement, les données enregistrées, les tests et les fonctions d'alarme à partir de la salle de commande.
- Le contrôle à distance du réseau (postes de garde, chef d'équipe) est disponible en option.

ARCHITECTURE DU SYSTÈME

Le système CAAS-3S comprend des sondes de détection, une baie de traitement central, une baie d'alimentation et une baie d'alarme.

Sondes

- Les détecteurs neutron et/ou gamma utilisent un plastique à scintillation de pointe et un système électronique de traitement des signaux.
- La calibration des sondes est vérifiée par une mesure en usine avant la livraison.
- La réponse du détecteur est linéaire entre des débits de dose de 1 mGy/h (100 mRad/h) et de 10 Gy/h (1000 Rad/h).
- La sonde a été testée à une exposition à 1 000 Gy/h (10⁵ rad/h) et continue à fonctionner selon les normes, sans saturation.
- Les capacités d'auto-test fournies par la DEL intégrée peuvent être programmées pour être exécutées automatiquement de manière quotidienne ou hebdomadaire.
- Les sondes de détection peuvent être placées à une distance de 1 000 m (~3300 ft) de la baie de traitement.



Type de sonde	Seuil d'alerte (cGy·h ⁻¹ ou Rad·h ⁻¹)	Sensibilité V/(cGy·h ⁻¹) or V/(Rad·h ⁻¹)	Couverture de détection en champ libre (m)
Gamma uniquement	0,05	20	270
Neutron uniquement	0,1	10	120
Neutron uniquement (Sensibilité élevée)	0,008	63	400
Gamma + Neutron	2	0,5	55
Gamma + Neutron (haute sensibilité)	0,1	10	230

Seuils d'alerte, sensibilités et couvertures de détection approximatives.
 † Cette couverture de détection approximative est fournie pour une détection MAC (Minimum Accident of Concern) de 20 rad en 2 minutes à une distance de 2 m en champ libre (air). Ce chiffre est estimé en champ libre (air) de sorte que l'impact de l'atténuation des murs et des autres structures doit être pris en compte pour la portée de détection réelle. Ces chiffres peuvent être utilisés pour les estimations initiales de placement, mais ne remplacent pas les justifications réglementaires.

Baie d'alimentation

- Alimentations redondantes avec basculement automatique
- Batteries de secours redondantes assurant 16 heures de fonctionnement autonome en mode sans alarme puis 30 minutes en mode avec alarme
- Gestion intelligente de l'alimentation et contrôle d'état avec possibilité de contrôle à distance.
- La baie d'alimentation peut être située jusqu'à 30 mètres de la baie de traitement. (Distance standard de 5 mètres.)
- Les batteries peuvent être remplacées à chaud sans interrompre l'alimentation électrique globale.



Essais CEM sur les baies du CAAS

Baie d'alarme

- Configurations standard et personnalisées disponibles en fonction de la topographie du réseau d'alarmes du site.
- Communication par fibre optique ou par contact sec entre les baies de traitement et les baies d'alarme.
- La communication par fibre optique permet de connecter plusieurs baies d'alarme sur la même boucle.

Baie de traitement

La baie de traitement (unité de commande) contient un ensemble entièrement redondant d'automates (PLC) de sécurité. La défaillance d'une seule carte n'affecte pas la capacité du système à détecter un accident de criticité. Les défaillances au niveau des composants sont communiquées avec un message d'alerte à l'affichage local et, en option, à l'affichage à distance.

- L'unité de commande :
 - Connexions redondantes à l'alimentation en CC (à partir de la baie d'alimentation), sorties contact sec et connexions RJ-45 au réseau Ethernet.
 - Écran tactile en façade pour indiquer le bon fonctionnement, lancer des tests et visualiser des alarmes.
 - Ensemble d'alarmes sonores et visuelles montées sur chaque unité de commande.
 - Possibilité de surveiller simultanément jusqu'à 10 zones de criticité.
 - Plusieurs unités de commande peuvent être installées sur le même réseau à l'aide d'une boucle de fibre optique.

Logiciel

- Architecture de supervision du système d'acquisition et de contrôle de données (SCADA) avec une séparation distincte entre les fonctions de sécurité et les fonctions non sécuritaires
- Le logiciel prenant en charge la fonction de sécurité interagit directement avec l'automate programmable industriel (PLC) de sécurité certifié SIL3
 - L'interface utilisateur graphique permet de visualiser l'état du système :
 - Vert pour un bon état
 - Orange pour un défaut mineur : la fonction de sécurité n'est pas affectée (les alarmes seront émises en cas d'accident de criticité)
 - Rouge pour un défaut majeur : la fonction de sécurité est potentiellement affectée (les alarmes pourraient ne pas être émises en cas d'accident de criticité)
 - L'état des données de chaque sonde est également indiqué (fonctionnement normal, alerte, défaut). La logique de vote utilise par défaut les sondes restantes si l'une des sondes est défaillante.
 - Paramètres de réglage des détecteurs (sensibilité gamma et neutron, seuil de débit de dose)
 - Historique des débits de dose pour chaque détecteur
 - État de l'alimentation électrique
 - Historique de tous les événements importants qui se sont produits pendant le fonctionnement du système (urgence, alarme, défaut) et horodatés.
 - L'interface utilisateur graphique permet à l'utilisateur d'effectuer des opérations de maintenance.
 - L'utilisateur peut accuser réception des défauts et des alarmes.
 - La gestion des droits des utilisateurs garantit que seules les personnes autorisées peuvent demander des actions spécifiques.
 - Le logiciel de supervision peut être personnalisé pour fournir d'autres fonctionnalités.
 - Un terminal distant optionnel via Ethernet ou fibre optique peut fournir un affichage identique à celui de la baie de traitement local.



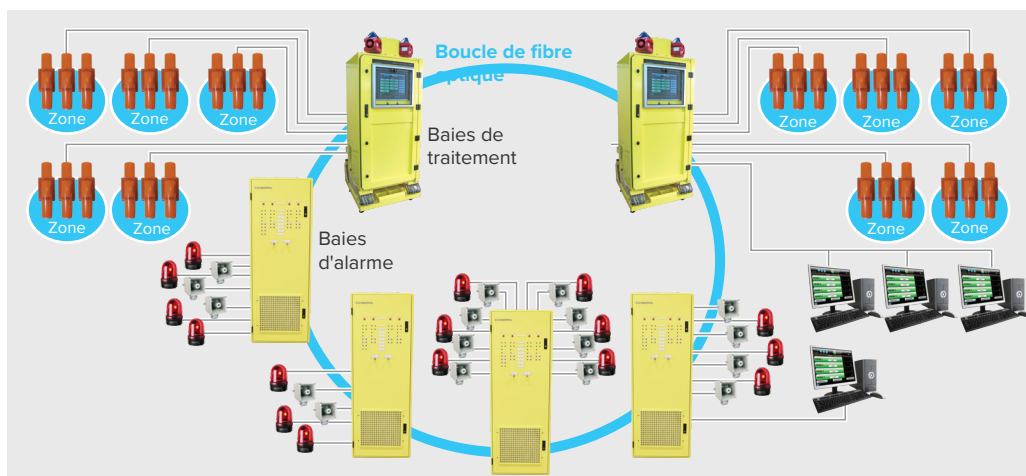
État du système et du bon fonctionnement général



Rouge pour un défaut majeur : la fonction de sécurité est potentiellement affectée (les alarmes pourraient ne pas être émises en cas d'accident de criticité)

Flexibilité du réseau

Pour les installations de plus de dix zones ou lorsque des bâtiments distincts doivent être surveillés localement, plusieurs baies de traitement peuvent être mises en réseau ensemble. Des baies d'alarme peuvent également être ajoutées au réseau afin que tout événement de criticité dans n'importe quelle zone déclenche toutes les alarmes du site. Le réseau est basé sur une boucle fibre optique de sorte que la perte d'une connexion n'aura pas d'impact sur le réseau d'alarme. La supervision pour plusieurs systèmes connectés ensemble peut être configurée de différentes manières et peut être personnalisée en fonction des besoins de l'installation.



SPÉCIFICATIONS

CONFORMITÉ

- Respect ou dépasse les normes CEI 60860 (2014), ISO 7753 (1987), ANSI/ANS 8.3 (1997)
- Conçu pour SIL2 IEC 61511
- Conforme au statut NRTL et à la directive CEM
- Conforme à la norme NQA-1
- Conforme à la directive RoHS

REDONDANCE

- En parallèle :
 - circuit de traitement
 - circuit d'urgence
 - circuit d'alimentation
- Par boucle de sécurité pour
 - circuits de communication et de supervision
- Par redondance pour la sauvegarde sur batterie
- Le système continue de satisfaire aux critères de la norme de criticité, même en cas de défaillance d'une partie des circuits

FIABILITÉ

- Le CAAS-3S est demeuré entièrement opérationnel dans des conditions d'excursion de criticité sur des réacteurs d'essai distincts
- Le système est qualifié sismique à 5 g
- PFD : 5.7E-3 (SIL-2)
- IP56 pour la baie
- IP67 pour la sonde
- Certification AWS D1.1 AWS D1.3, AWS D1.6, AWS D9.1 (American Welding Society) et certification ASME BPVC Section IX

MAINTENABILITÉ

- La configuration "échangeable à chaud" permet de remplacer les composants (y compris les sondes, les automates de sécurité et les batteries) sans éteindre le système.
- La supervision locale indique la localisation du défaut potentiel
- Supervision PC locale et à distance
- Enregistrement des données compris :
 - État des données pour chaque détecteur
 - Paramètres du détecteur
 - Historique des événements

INDICATION D'ALARME

- Avertisseur sonore local : sirène multi-tonalité configurable /105 dB à 1 m
- Avertisseur visuel local : Deux feux clignotants/5 joules de puissance
- Sorties d'alarmes redondantes (2x contacts secs + 2x fibre optique)

ALIMENTATION

- Basse tension 24 Vcc ± 20 % (batteries plomb-acide)
- Baie d'alimentation basse tension : Pour protéger le système contre une éventuelle défaillance de l'alimentation basse tension, les batteries plomb-acide du CAAS-3S assurent une alimentation électrique continue conformément aux normes en vigueur.

PHYSIQUES

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE LA BAIE DE TRAITEMENT

- Dimensions : 912 x 795 x 2132 mm (35.9 x 31.3 x 83.9 in.) (l x d x h)
- Masse : 350 kg (772 lb)
- Fixation : Installation au sol
- Conditions d'exploitation environnementales :
 - Température : -10 °C (14 °F) à +50 °C (122 °F)
 - Humidité : 40 % à 90 %

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE LA BAIE D'ALIMENTATION :

- Dimensions : 912 x 795 x 1584 mm (35.9 x 31.3 x 62.4 in.) (l x d x h)
- Masse : 850 kg (1874 lb)
- Fixation : Installation au sol
- Conditions d'exploitation environnementales :
 - Température : -10 °C (14 °F) à +50 °C (122 °F)
 - Humidité : 40 % à 90 %
- Sortie d'alimentation basse tension – 24 Vcc
- Entrée d'alimentation : 110-240 Vca, 50/60 Hz
- Capacité batterie : 2x 360 Ah

DIMENSIONS DE LA SONDE

- Longueur 510 mm (20.1 in.)
- Diamètre 100 mm (3.9 in.)
- Masse : 2 kg (4.4 lb)
- Fixation : Supports spécifiques pour installation murale
- Conditions d'exploitation environnementales :
 - Température : -10 °C (14 °F) à +50 °C (122 °F)
 - Humidité : 40 % à 90 %

CÂBLE SONDE

- Câble entre le détecteur gamma et/ou neutron et la baie de traitement (longueur max. 1 km)
- Caractéristiques des câbles :
 - Résistance de radiation : 250 kGray
 - Composants du câble testés selon la procédure du CERN (3,6 kGy/h) et la norme CEI 60544

OPTIONS

- Études du positionnement des sondes et calculs basés sur la modélisation MCNP et les fonctions de réponse énergétique connues
- Logiciel de supervision distant avec options de personnalisation

