

CASIS

CRITICAL AMBIANCE SAFETY INTELLIGENT SENSORS

Plateforme IoT Industrielle de Nouvelle Génération
Supervision, Contrôle à Distance et Sécurisation
des Ambiances Critiques en Temps Réel

1. INTRODUCTION GÉNÉRALE

CASIS (Critical Ambiance Smart Intelligent Sensors) représente une **plateforme IoT industrielle de nouvelle génération**, entièrement conçue et développée pour la supervision, le contrôle à distance et la sécurisation en temps réel des ambiances critiques.

Déployée dans les environnements les plus sensibles — data centers, salles serveurs, laboratoires de recherche, zones de stockage de batteries lithium-ion, salles blanches, locaux techniques, entrepôts frigorifiques, chambres froides et industries pharmaceutiques — CASIS unifie l'acquisition de données, l'analyse intelligente, la supervision centralisée et le contrôle des paramètres d'ambiance détectés par une gamme de capteurs intelligents (SGS, STS, SPS, SHS).

Philosophie architecturale : L'Intelligence Distribuée

Contrairement aux systèmes de supervision classiques fondés sur une architecture centralisée (centrale unique, passerelle propriétaire, dépendance au cloud), CASIS repose sur une **architecture distribuée et décentralisée** où chaque capteur intelligent embarque sa propre logique décisionnelle via le **Edge Computing**. Cette indépendance fondamentale garantit une **continuité de service absolue** : même en cas de panne réseau, de coupure de la box Internet ou de défaillance du serveur de supervision, chaque unité CASIS continue de surveiller, d'analyser, d'alerter et d'agir localement et autonomement.

2. ÉTYMOLOGIE ET DÉFINITION DU NOM CASIS

Lettre	Signification	Définition Technique
C	Critical	Environnements sensibles nécessitant une surveillance permanente et une réactivité immédiate
A	Ambiance	Ensemble des paramètres environnementaux : température, humidité, gaz, pression, point de rosée
S	Safety	Sécurité des personnes, des équipements et des installations grâce à la détection précoce des anomalies, aux alertes automatiques et aux mécanismes de protection.
I	Intelligent	Redondance de l'intelligence distribuée, apprentissage des comportements, anticipation
S	Sensors	Capteurs multiples, modulaires et extensibles, adaptables à tout type d'environnement critique

3. GAMME DE CAPTEURS INTELLIGENTS CASIS

3.1 Capteurs Disponibles

STS — Smart Temperature Sensor

Fonction principale : Régulation thermique intelligente

Paramètres surveillés :

- Température (contrôle actif avec 4 niveaux de seuil)
- Humidité relative (supervision passive et enregistrement)

Applications typiques : Data centers, salles serveurs, laboratoires, chambres froides, ...

SGS — Smart Gas Sensor

Fonction principale : Détection de gaz dangereux, toxiques et inflammables

Paramètres surveillés :

- **GPL (Butane / Propane)** — Gaz inflammables couramment utilisés dans les installations domestiques et industrielles
- **Méthane (CH₄) / Gaz naturel / Gaz de ville** — Détection précoce des fuites de gaz combustible
- **Monoxyde de carbone (CO)** — Gaz toxique inodore, mortel à forte concentration
- **Hydrogène (H₂)** — Critique pour le stockage des batteries lithium-ion, indicateur de pré-emballement thermique
- **Dioxyde de carbone (CO₂)** — Surveillance de la qualité de l'air et des risques d'asphyxie
- **Ammoniac (NH₃)** — Gaz irritant et toxique, présent dans les installations frigorifiques et agricoles
- **Ozone (O₃)** — Surveillance dans les environnements de désinfection et les salles blanches
- **Sulfure d'hydrogène (H₂S)** — Gaz toxique à l'odeur d'œuf pourri, dangereux à faible concentration
- **Éthanol (Vapeur d'alcool)** — Détection dans les laboratoires et les environnements pharmaceutiques
- **Composés Organiques Volatils (COV)** — Toluène, Acétone, Formaldéhyde, etc. — Surveillance de la qualité de l'air intérieur
- **Oxydes d'azote (NO_x)** — Gaz polluants issus des processus de combustion
- **Fumées de combustion** — Détection précoce des incendies et des dysfonctionnements des équipements thermiques

Applications typiques : *Stockage de batteries lithium-ion, laboratoires chimiques, locaux électriques, cuisines industrielles, installations frigorifiques, salles blanches, bâtiments tertiaires, sites industriels*

SPS — Smart Pressure Sensor (à venir)

- Fonction : Surveillance de la pression d'air
- Paramètres : Pression différentielle, surpression, dépression
- Applications : Salles blanches, environnements pharmaceutiques

SHS — Smart Humidity Sensor (à venir)

- Fonction : Humidité spécifique et hygrométrie fine
- Paramètres : Hygrométrie fine, point de rosée, humidité absolue
- Applications : Industries pharmaceutiques, conservation archives

3.2 Compatibilité Capteurs Industriels sur SGS

Le capteur **SGS** est conçu avec une architecture ouverte permettant l'intégration de **dispositifs de captation industriels autres que le capteur MQ standard**. Des capteurs industriels spécialisés peuvent être installés sur le SGS, sous réserve de l'ajout d'un **module de conversion de signal** adapté.

 **Note commerciale :** Le SGS avec capteur industriel différent du MQ standard est disponible **sur commande spéciale**. Cette flexibilité permet d'adapter le système à des besoins réglementaires spécifiques ou à des gaz non couverts par la gamme standard.

4. ARCHITECTURE GLOBALE À TROIS NIVEAUX

4.1 NIVEAU 1 — TERRAIN (EDGE COMPUTING)

Chaque capteur CASIS constitue un **cerveau autonome et indépendant**, capable de fonctionner en totale autonomie :

Fonctionnalité	Description Technique
Mesure locale	Acquisition en temps réel de température, humidité, gaz, pression
Traitement embarqué	Lissage des mesures, calcul des moyennes, détection des dépassements de seuils, min/max par heure et par jour
Stockage non-volatile	EEPROM / Flash interne : configurations, seuils personnalisés, historique des 100 derniers événements horodatés
Actions physiques locales	Commande de relais électromécaniques pour actions de sécurité (ventilation forcée, alarme sonore, coupure d'alimentation)
Alertes directes par email	Protocole SMTP/TLS intégré — envoi d'alertes sans passerelle centralisée
Alertes par SMS	Jusqu'à 5 numéros de téléphone configurables par capteur
Connectivité résiliente	WiFiManager intelligent, mémorisation des 5 derniers réseaux WiFi, mode point d'accès autonome (fallback)

Temps de réaction physique : < 50 ms pour le déclenchement des relais, même en l'absence totale de connexion réseau.

4.2 NIVEAU 2 — SUPERVISION LOCALE (INTERFACE WEB INTÉGRÉE)

Chaque capteur expose une **interface web complète et autonome**, accessible via :

- Son adresse IP attribuée dynamiquement (ex : 192.168.1.xxx)
- Son nom mDNS persistant (ex : sts-1234.local, sgs-5678.local) — fonctionnel même en cas de changement d'IP

Fonctionnalités de l'interface web locale :

- Visualisation temps réel : Température, humidité, gaz, seuils actifs, état des relais
- Historique événementiel : Consultation des 100 derniers événements horodatés
- Trois types de courbes analytiques :
 - Courbe instantanée : Points ajoutés uniquement sur variation significative (delta configurable)
 - Courbe horaire : Minima et maxima par heure, historique de 2 mois
 - Courbe journalière : Minima et maxima par jour, historique de 2 mois
- Impression et export : Données et récapitulats imprimables directement depuis le navigateur
- Configuration complète : Seuils d'alerte, delta de variation, paramètres réseau, destinataires d'alertes
- Calibration logicielle : Calibration en un clic depuis l'interface

4.3 NIVEAU 3 — APPLICATION WEB DE SUPERVISION CENTRALISÉE

L'application web centrale CASIS constitue le **cœur de supervision unifiée**, permettant de monitorer l'ensemble des capteurs depuis une seule et unique interface :

- Tableau de bord unifié avec filtres puissants et personnalisables
- Affichage temps réel de l'état de chaque capteur du parc
- Indicateurs globaux : Taux de disponibilité, alertes actives, tendances
- Actions globales : Mode plein écran, rafraîchissement manuel, impression, paramétrage centralisé, déconnexion sécurisée

5. FONCTIONNALITÉS CLÉS DÉTAILLÉES

5.1 Sécurité d'Accès et Authentification

CASIS intègre un **système de connexion sécurisé multi-niveaux** :

- Page de login dédiée avec authentification obligatoire
- Session protégée via sessionStorage (sécurisée côté client)
- Personnalisation des accès : Modification du pseudo et du mot de passe depuis l'interface de paramétrage
- Isolation des sessions : Aucune donnée d'authentification n'est transmise en clair

5.2 Autonomie Décisionnelle (Edge Computing)

Chaque capteur traite les données localement sans dépendance externe :

- Lissage algorithmique des mesures pour éliminer les parasites
- Détection intelligente des dépassements de seuils (température ou gaz)
- Calculs statistiques : Moyennes glissantes, minima/maxima par heure et par jour
- Journalisation permanente : 100 derniers événements (date, valeur mesurée, seuil dépassé, action déclenchée)
- Réactivité physique : Temps de réaction < 50 ms pour le déclenchement des relais, même hors réseau

5.3 Système d'Alertes Multi-Niveaux

CASIS dispose d'un **système d'alertes gradué à 4 niveaux** pour la température et les gaz :

Niveau	Désignation	Actions Déclenchées
Niveau 1	Pré-alerte	Envoi d'email + SMS aux destinataires configurés
Niveau 2	Modéré	Envoi d'email + SMS aux destinataires configurés
Niveau 3	Critique	Envoi d'email + SMS + Déclenchement relais physique (ventilation forcée, alarme)
Niveau 4	Urgence	Envoi d'email + SMS + Déclenchement relais physique (coupure électricité, alarme générale)

Caractéristiques des alertes :

- Email direct SMTP/TLS : Aucune passerelle centralisée requise
- Messages détaillés : Type d'alerte, valeur mesurée, seuil dépassé, localisation précise, horodatage exact
- Témoins LED intégrés : Vert (normal) / Orange (alerte) / Rouge clignotant (urgence)
- Mode Silence : Désactivation temporaire des alertes sonores depuis l'interface de supervision

5.4 Stockage Permanent et Reprise Automatique

Chaque capteur conserve en mémoire interne non-volatile :

- Tous les seuils et paramètres de configuration (personnalisables par l'utilisateur)
- Historique des 100 derniers événements (horodatés avec précision)
- Liste des 5 derniers réseaux WiFi mémorisés
- Identifiants d'authentification (pseudo et mot de passe)
 - ▶ **Avantage clé** : En cas de coupure d'alimentation, de redémarrage ou de réinitialisation, l'ensemble des paramètres est restauré **automatiquement et instantanément**, sans aucune intervention humaine.

5.5 Connectivité Réseau Intelligente (WiFiManager)

Fonctionnalité	Description
Connexion automatique	Reconnexion instantanée au dernier réseau WiFi connu
Recherche séquentielle	Balayage automatique des 5 derniers réseaux utilisés en mémoire
Mode point d'accès autonome	Fallback WiFiManager si aucun réseau connu n'est détecté
Configuration sans câble	Paramétrage réseau complet sans outil spécifique, via smartphone ou ordinateur
Accès mDNS	sts-nom.local ou sgs-nom.local — persistant même si l'IP change dynamiquement

5.6 Visualisation Avancée (Courbes et Tendances)

Trois types de courbes analytiques sont disponibles pour chaque capteur :

- Courbe instantanée : Points ajoutés uniquement sur variation significative (seuil delta configurable)
- Courbe horaire : Minima et maxima par heure sur une fenêtre de 2 mois
- Courbe journalière : Minima et maxima par jour sur une fenêtre de 2 mois

Fonctionnalités associées :

- Impression directe depuis le navigateur
- Récapitulatif synthétique : dépassements de seuil, moyennes, écarts-types, tendance générale

5.7 Page d'Information Exhaustive par Capteur

Accessible en cliquant sur le nom du capteur dans le tableau principal de supervision :

Onglet Informations Générales

- Localisation physique du capteur
- Uptime (temps de fonctionnement continu)
- Température interne du microcontrôleur
- Tension d'alimentation

Onglet Caractéristiques Capteur

- Plage de mesure et résolution
- Date de dernière calibration
- Type de capteur installé (MQ standard ou industriel sur commande)

Onglet Informations Microcontrôleur

- Modèle et référence du μ C
- Mémoire disponible et utilisée
- Version du firmware
- Adresse MAC
- Adresse IP actuelle et RSSI (puissance du signal WiFi)

Onglet Configuration Active

- Seuils d'alerte programmés
- Actions relais configurées
- Delta de variation
- Réseaux WiFi enregistrés

Onglet Historique

- Statut des 100 événements enregistrés
- Filtrage par type d'événement

5.8 Interface de Paramétrage Centralisée

Depuis le bouton **Paramètres** de l'application web :

Onglet Accès

- Modification du pseudo et du mot de passe

Onglet Général

- Intervalle de rafraîchissement temps réel (configurable de 3 à 60 secondes)
- Gestion de la liste des capteurs supervisés : ajout, suppression, modification IP / nom mDNS / type
- Validation intelligente des adresses IP : Détection automatique des doublons
- Import / Export de configuration : Fichier JSON standardisé pour sauvegarde, duplication ou restauration
- Effacement et annulation : Réinitialisation sécurisée avec confirmation

5.9 Supervision Multi-Capteurs (Application Web Unifiée)

L'interface **index.html** constitue le cœur opérationnel de la supervision CASIS :

Fonctionnalité	Description
Affichage tabulaire	15 colonnes d'informations par capteur
Mise à jour temps réel	Rafraîchissement automatique selon l'intervalle configuré
Filtres puissants	Connectés / Déconnectés / En alerte / Tous — Filtrage par type STS / SGS / extensible
Indicateurs statistiques	Nombre de capteurs actifs, prochaine mise à jour, alertes actives
Barres de progression	Représentation graphique des niveaux de mesure
Boutons d'action rapide	Plein écran, Rafraîchissement, Impression, Paramètres, Déconnexion
Mode Silence	Désactivation des alertes sonores pour maintenance
Accès détaillé	Modal dédié avec onglets pour chaque capteur

6. NOUVEAUTÉS ET AVANTAGES STRATÉGIQUES

6.1 Surveillance à Distance via Internet — Option Cloud (Abonnement)

CASIS propose une **option de supervision à distance via Internet**, disponible sous forme d'**abonnement payant**. Cette fonctionnalité permet de superviser et de contrôler les capteurs CASIS depuis n'importe où dans le monde, en dehors du réseau local.

Fonctionnalité de Surveillance Hors Service (Power Loss Monitoring)

Cette fonctionnalité constitue un **atout majeur de sécurité** pour les sites isolés ou non surveillés en permanence :

Scénario type :

Un capteur SGS ou STS est installé dans un local isolé (armoire électrique distante, chambre froide en sous-sol, entrepôt éloigné). Suite à une coupure d'alimentation électrique, le capteur perd son alimentation 230V, le réseau WiFi local s'interrompt, et aucune batterie de secours n'est présente sur site. Le local devient totalement isolé.

Réaction du système :

- Le serveur de supervision cloud détecte l'absence de communication avec le capteur
- Un email d'alerte est automatiquement envoyé à l'utilisateur dans un délai maximum de 15 minutes
- L'email informe explicitement que le capteur est hors service et précise la dernière heure de communication connue
- Cette alerte fonctionne même si le capteur a perdu sa connexion Internet (détection côté serveur)

 **Note :** Cette fonctionnalité de surveillance à distance et d'alerte hors service est incluse dans l'offre d'abonnement cloud CASIS.

6.2 Compatibilité Capteurs Industriels sur SGS

Le capteur **SGS** est architecturé pour supporter une **gamme étendue de dispositifs de captation industriels** au-delà du capteur MQ standard :

- Capteurs industriels spécialisés : 4-20 mA, 0-10V, Modbus, ou autres protocoles industriels
- Module de conversion de signal : Intégré sur demande pour adapter le signal du capteur industriel au format compatible SGS
- Disponibilité : SGS avec capteur industriel différent du MQ — sur commande spéciale
- Avantages : Conformité réglementaire, mesure de gaz spécifiques non couverts par la gamme standard, précision industrielle accrue

6.3 Scalabilité Illimitée — Aucune Limite de Déploiement

Le système CASIS est conçu pour supporter un **nombre illimité de capteurs** SGS, STS, SPS, SHS ou futurs modèles :

Aspect	Avantage CASIS
Nombre de capteurs	Illimité — ajoutez autant de capteurs que nécessaire
Câblage	Aucun câblage spécifique requis entre capteurs
Centrale dédiée	Aucune centrale de supervision matérielle nécessaire
Infrastructure requise	Un réseau WiFi par site + une alimentation électrique 230V par capteur
Coût d'extension	Coût marginal par capteur ajouté, aucune licence supplémentaire

- **Déploiement simplifié :** Chaque capteur est autonome. Il suffit de le brancher sur le secteur 230V et de le connecter au réseau WiFi pour qu'il soit opérationnel et visible dans l'application de supervision.

6.4 Deux Versions Matérielles par Capteur

Chaque capteur de la gamme CASIS (SGS, STS, et futurs modèles) est disponible en **deux versions matérielles** adaptées aux contraintes d'installation :

VERSION COMPACTE

Caractéristique	Description
Forme	Boîtier compact intégré
Alimentation	Fiche mâle standard pour connexion directe sur prise électrique 230V

Installation	Plug & Play — branchement immédiat sur toute prise murale
Alerte Email	☒ Inclus
Alerte SMS	☒ Non disponible
Voyants LED	☒ Inclus (vert / orange / rouge)
Connexion CASIS	☒ Inclus (interface web locale + application centrale)
Sortie relais	☒ Non disponible
Idéal pour	Surveillance simple, bureaux, salles serveurs, locaux accessibles

VERSION ÉTENDUE

Caractéristique	Description
Forme	Boîtier industriel avec borniers
Alimentation	Bornier pour câble d'alimentation 230V (connexion filaire sécurisée)
Installation	Montage dans armoire électrique ou fixation murale
Alerte Email	☒ Inclus
Alerte SMS	☒ Inclus (jusqu'à 5 numéros)
Voyants LED	☒ Inclus (vert / orange / rouge clignotant)
Connexion CASIS	☒ Inclus (interface web locale + application centrale)
Sortie relais	☒ Bornier dédié pour relais (ventilation, alarme, coupure)
Bornier détecteur	☒ Connexion pour capteur externe ou industriel (sur commande)
Idéal pour	Environnements industriels, armoires électriques, sites isolés, applications critiques

7. ARCHITECTURE SÉCURISÉE ET RÉSILIENTE

Pilier	Mécanisme de Protection
Authentification	Login / mot de passe personnalisables, session protégée, modification possible à tout moment
Données	Stockage local non-volatile (EEPROM/Flash), aucune perte après coupure d'alimentation
Réseau	WiFiManager intelligent, mémoire de 5 réseaux, mDNS persistant, fallback point d'accès
Alertes	Email direct SMTP/TLS, aucune dépendance à une passerelle unique
Supervision	Application web optionnelle — jamais un point de défaillance unique (SPOF)
Actions physiques	Relais « fail-safe », réaction < 50 ms même en l'absence totale de réseau
Surveillance cloud	Détection d'absence de communication, alerte sous 15 minutes en cas de panne totale

8. AVANTAGES STRATÉGIQUES DE CASIS

8.1 Unification des Ambiances Critiques

Température, humidité, gaz, et prochainement pression et humidité spécifique — tous les paramètres critiques centralisés dans une seule plateforme.

8.2 Indépendance Absolue des Capteurs

Aucune dépendance à une centrale fragile, à un cloud obligatoire ou à une infrastructure propriétaire coûteuse.

8.3 Supervision Centralisée sans SPOF

L'application web de supervision est optionnelle — elle n'est jamais un point de défaillance unique bloquant.

8.4 Traçabilité Complète

100 événements horodatés par capteur + courbes sur 2 mois + fonction d'impression pour audits et conformité réglementaire.

8.5 Déploiement Agile

Moins de 5 minutes par capteur : branchement 230V, connexion WiFi, configuration via interface web.

8.6 Économique

Suppression des centrales de supervision coûteuses, des licences propriétaires annuelles et des câblages spécifiques.

8.7 Évolutif et Extensible

Ajout de nouveaux types de capteurs sans modification de l'infrastructure existante. Scalabilité illimitée.

8.8 Flexibilité Matérielle

Deux versions par capteur (compacte et étendue) pour s'adapter à tous les environnements d'installation.

8.9 Surveillance des Sites Isolés

Option cloud avec détection de panne totale et alerte sous 15 minutes, même en cas de coupure électrique et d'absence de réseau.

8.10 Compatibilité Industrielle

Support de capteurs industriels sur le SGS via module de conversion de signal, pour des besoins réglementaires spécifiques.

9. CAS D'APPLICATION CONCRETS

9.1 Data Center

Capteurs recommandés : STS + SGS

- Maintien de la température entre 18°C et 27°C (4 niveaux de seuil)
- Détection précoce de fumée et de gaz de combustion
- Alertes immédiates par email et SMS en cas de dérive thermique

9.2 Stockage de Batteries Lithium-Ion

Capteurs recommandés : STS + SGS (version étendue recommandée)

- Surveillance thermique continue avec actions relais (ventilation forcée)
- Détection de l'hydrogène (H₂) — indicateur de pré-emballlement thermique
- Alertes multi-niveaux avec déclenchement automatique des systèmes de sécurité

9.3 Laboratoire Chimique

Capteurs recommandés : STS + SGS (avec capteur industriel sur commande si besoin)

- Stabilité thermique contrôlée avec précision
- Détection des fuites de gaz toxiques (CO, COV, gaz spécifiques)
- Traçabilité complète pour conformité réglementaire

9.4 Salle Blanche / Environnement Pharmaceutique

Capteurs recommandés : STS + SPS (à venir) + SHS (à venir)

- Contrôle simultané de la température, de la pression différentielle et de l'humidité
- Maintien des conditions normatives (ISO, GMP)
- Historique et courbes pour audits qualité

9.5 Local Électrique / Armoires

Capteurs recommandés : STS + SGS (version étendue)

- Prévention de la surchauffe par surveillance thermique
- Détection de fumée précoce pour prévention incendie
- Actions relais pour coupure d'alimentation ou déclenchement d'extincteur

9.6 Local Archives / Conservation

Capteurs recommandés : STS (version compacte suffisante)

- Conservation thermique et hygrométrique optimale
- Alertes en cas de dérive hors plage de conservation
- Historique pour traçabilité documentaire

9.7 Sites Isolés et Non Surveillés

Capteurs recommandés : STS et/ou SGS (version étendue) + Abonnement Cloud

- Supervision à distance via Internet
- Détection de panne totale (coupure électrique) avec alerte sous 15 minutes
- Alertes SMS pour sites sans accès réseau local permanent

10. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES RÉCAPITULATIVES

Paramètre	Spécification
Alimentation	230V AC (version compacte : prise directe / version étendue : bornier)
Connectivité	WiFi 802.11 b/g/n, mDNS, WiFiManager
Stockage local	EEPROM/Flash non-volatile, 100 événements horodatés

Temps de réaction relais	< 50 ms
Protocoles email	SMTP/TLS direct
Alertes SMS	Jusqu'à 5 numéros (version étendue)
Historique courbes	2 mois (horaire et journalier)
Interface web	HTML5/CSS3/JavaScript, responsive
Authentification	Login/mot de passe, session protégée
Nombre max de capteurs	Illimité
Configuration	Import/Export JSON
Calibration	Logicielle en un clic
Surveillance cloud	Option par abonnement (alerte hors service < 15 min)

11. CONCLUSION

CASIS (Critical Ambiance Smart Intelligent Sensors) est bien plus qu'une simple plateforme de supervision environnementale. C'est une **infrastructure intelligente, décentralisée, évolutive et résiliente**, conçue pour protéger les ambiances critiques où chaque capteur constitue une sentinelle autonome et indépendante.

Avec son architecture Edge Computing, son stockage permanent non-volatile, ses alertes multiniveaux avec actions physiques locales, sa connectivité résiliente (WiFiManager + mDNS), sa visualisation avancée (3 types de courbes analytiques), son interface web unifiée avec filtres puissants, sa scalabilité illimitée, ses deux versions matérielles adaptées à chaque contexte, son option de surveillance à distance par abonnement avec détection de panne, et sa compatibilité avec les capteurs industriels, CASIS répond aux exigences les plus strictes des industries modernes.

CASIS — Critical Ambiance Smart Intelligent Sensors

L'intelligence distribuée au service de la sécurité des environnements critiques.