

Engins d'intervention en intérieur

EROS - EOLE

Description générale

Le **Groupe INTRA** dispose de deux types de robots ayant la capacité d'intervenir à l'intérieur d'un bâtiment nucléaire accidenté. Il s'agit des robots **EROS** (Engin Robotisé d'Observation et de Surveillance) et **EOLE** (Engin d'Observation et de Localisation dans l'Environnement).

Ce sont des engins conçus sur une base chenillée (EROS deux corps ; EOLE un corps central et deux flippers), dotés des moyens nécessaires à la conduite téléopérée et capables de monter ou de descendre des escaliers et de franchir des obstacles représentatifs de situations réellement existantes dans les installations nucléaires (marches, fossés, tuyauteries calorifugées...).

Ils sont équipés d'un bras manipulateur électrique terminé par une pince leur permettant d'effectuer des manœuvres simples.

Les engins sont autonomes en énergie mais, pour garantir le bon déroulement de la mission à l'intérieur de bâtiments imperméables aux ondes hertziennes, le contrôle commande reste assuré par un câble coaxial qui est déroulé au fil de la progression dans les locaux.

Description - Missions

Missions

Les deux types de robots sont des engins téléopérés de reconnaissance et d'intervention légère à l'intérieur des bâtiments, utilisés dès lors que l'ambiance radiologique devient hostile pour l'homme. Conçus et développés pour évoluer en milieu industriel, ils peuvent emprunter des trajets comportant des franchissements d'obstacles, des ouvertures de portes et des escaliers. Equipés d'un éclairage autonome, ils peuvent évoluer dans l'obscurité.

En phase de reconnaissance, les engins ont pour mission de recueillir et transmettre des informations :

- Vidéo de l'inspection visuelle de pompes, de vannes, de tableaux électriques, d'indicateurs divers, de lecture de manomètres, de cadrans ou d'écrans, d'examen de l'état des voyants de signalisation, de l'état de hublots...
- Des mesures de température, d'ambiance sonore, de débit de dose de rayonnement ionisant...

En phase d'intervention, ils sont capables d'effectuer des opérations simples, dans la limite des capacités du robot :

- Ouvrir et fermer des portes non verrouillées, avec ou sans groom,
- Ouvrir et fermer des vannes à commandes électriques (action sur un bouton poussoir) ou des vannes manuelles,
- Manœuvrer des organes électriques : disjoncteurs, contacteurs...,
- Récupérer des débris ou prélever des échantillons,
- Effectuer des mesures nucléaires à l'aide de capteurs adaptés (radiamètre, ...),
- Mettre en œuvre des outils divers adaptés à ses capacités (disqueuse, perceuse...),
- Assister d'autres engins en téléopération par l'apport d'une vision extérieure, d'un moyen de manipulation supplémentaire.

Lors des interventions, la présence d'un interlocuteur de l'exploitant ayant une bonne connaissance des locaux, contribue à la réussite des missions.

Simulateur de pilotage : depuis 2015, il permet d'entraîner les pilotes dans un environnement très proche de la salle de formation en économisant les engins d'intérieur. Le poste de pilotage est identique au poste réel. Le formateur peut intervenir directement pour simuler des pannes de matériel et évaluer les réactions du pilote.

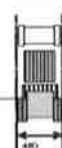
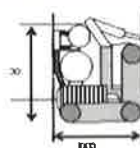
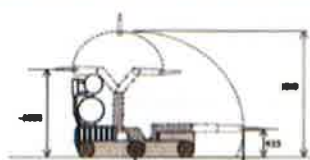


Vue des écrans de pilotage et de contrôle du simulateur.

Engins d'intervention en intérieur

EROS - EOLE

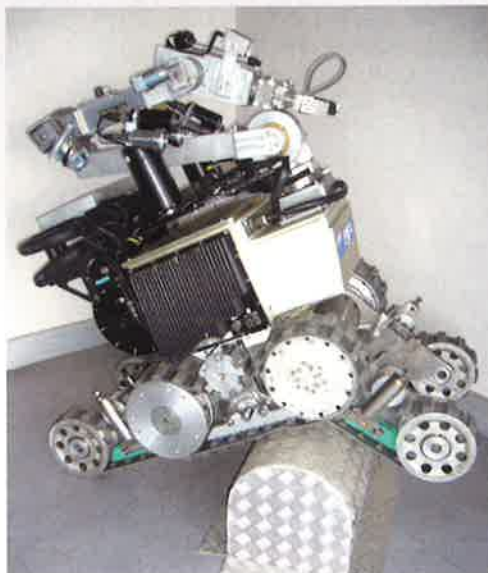
Caractéristiques



Pilotage

Nous disposons de deux types de poste de pilotage qui peuvent être utilisés suivant la nature et le lieu de l'intervention :

- Un poste autonome constitué d'une baie principale et de trois écrans LCD repliables. Cet ensemble, facilement transportable, permet de positionner le poste de pilotage à l'intérieur d'un bâtiment, au plus près du local dans lequel l'engin doit intervenir.
- Un poste autonome embarqué dans un véhicule aménagé. Ce poste est utilisé lorsque l'accès à l'intérieur du bâtiment n'est pas possible et que l'intervention doit être téléopérée depuis l'extérieur.



Interface externe

En cas d'accident, le centre de gestion de crise peut être destinataire, via la base arrière et une liaison par satellite, des vidéos de l'opération en cours.

Les caractéristiques détaillées des engins d'intérieur sont présentées dans le tableau ci-dessous :

		EROS	EOLE
Caractéristiques dimensionnelles	Nombre d'engins	2	3
	Longueur (m)	0,92/1,50	1,00/1,60
	Largeur (m)	0,45	0,72
	Hauteur (m)	1,02	1,13
	Masse (kg)	330	376
Plate-forme	Energie	Batteries lithium-ion	Batteries lithium-ion
	Autonomie (selon mission) (h)	4 à 7	6 à 8
	Vitesse maxi (m/s)	0,3	0,4
	Autonomie spatiale (m)	<350	<350
	Nombre de caméras	3	3
Bras manipulateur	Type	Romain 50	REMOTECH
	Nb de degrés de liberté	7	6
	Distance horizontale (m)	1,25	1,70
	Distance verticale (m)	2,22	2,85
	Charge utile maximale (N)	50	160
Conditions d'utilisation	Pente maximale (°)	< 42	< 45
	Hauteur obstacle (m)	0,4	0,4
	Largeur de fossé (m)	0,6	0,6
	Dose maximale (Gy)	10000	10000
	Débit de dose maximal (Gy/h)	70	70
Divers	Montage roues	Non	Oui



EOLE

Engins d'intervention en extérieur ERASE

Description - Missions

Description générale

Le **Groupe INTRA** dispose d'engins capables d'intervenir à l'extérieur d'un bâtiment nucléaire accidenté dans un rayon de plusieurs kilomètres. Il s'agit d'engins de type **ERASE** (Engin de **R**econnaissance **A**ssistance **S**urveillance **E**xterieur) qui sont conçus sur une base chenillée industrielle de dameuse à neige leur permettant d'évoluer en terrain accidenté de jour comme de nuit et dotés des moyens nécessaires à la conduite téléopérée (caméras vidéo, éclairage, GPS, transmission...).

Ils sont équipés d'une gammacamera dédiée aux mesures de radioactivité et à la localisation de sources ponctuelles. Ces moyens peuvent être complétés par des capteurs ou équipements spécifiques pour l'opération.

Les engins sont pourvus d'un bras télémanipulateur à commande hydraulique permettant de manipuler des charges lourdes.

Les engins sont totalement autonomes en énergie (moteur diesel entraînant une centrale hydraulique et une génératrice électrique) et le pilotage est assuré par transmission hertzienne.



Missions

ERASE est mis en œuvre à l'extérieur des installations dès lors que l'ambiance radiologique devient hostile pour l'homme.

Il permet des évolutions en téléopération jusqu'à des distances de quelques kilomètres (3 km et plus selon terrain) permettant de mettre en sécurité le personnel affecté au pilotage.

ERASE permet :

- La réalisation de mesures radiologiques gamma au sol et au contact des bâtiments,
- La recherche et la localisation de sources radioactives ponctuelles,
- Des opérations de reconnaissance télévisuelle,
- La récupération de débris et le prélèvement d'échantillons pour analyse,
- La mise en place d'un balisage de sécurité de la zone dangereuse,
- La surveillance d'un chantier et l'assistance aux autres engins en exploitation.

ERASE peut aussi être utilisé comme élément tracteur de la remorque **EMOI** (Engin de **M**ise en **Œ**uvre d'un engin d'**I**ntérieur) pour acheminer un engin d'intérieur à proximité d'un bâtiment, puis servir de relais de transmission entre celui-ci et le poste de pilotage.



Ensemble ERASE et la remorque EMOI

Engins d'intervention en extérieur

ERASE

Caractéristiques

Pilotage

Le poste de pilotage est constitué d'un véhicule spécialement aménagé et autonome contenant tous les équipements nécessaires au pilotage (transmissions, calculateur, écran de visualisation, pupitre de commande...) et d'une remorque légère supportant le mât porte-antennes. Le véhicule doit être implanté à l'extérieur du périmètre de sécurité.



Ensemble remorque-mât porte antennes, poste de pilotage et engin d'extérieur



Bras hydraulique ERASE

Interface externe

En cas d'accident, le centre de gestion de crise peut être destinataire, via la base arrière et une liaison par satellite, des vidéos de l'opération en cours.

Les caractéristiques détaillées des engins d'extérieur sont présentées dans le tableau ci-dessous :

			ERASE
Caractéristiques dimensionnelles	Nombre d'engins		2
	Longueur	(m)	4,80
	Largeur	(m)	2,75
	Hauteur	(m)	3,62
	Masse	(kg)	6180
Plate-forme	Base mécanique		Kassbohrer type Flexmobil avec chenilles caoutchouc
	Energie		Moteur diesel Deutz 152 CV refroidi par air
	Autonomie	(h)	10
	Vitesse maxi	(m/s)	4,2 (15 km/h)
	Autonomie spatiale	(km)	3
	Nombre de caméras		5
	Type		Hydraulique
Bras manipulateur	Nb de degrés de liberté		5
	Distance horizontale	(m)	2,85
	Distance verticale	(m)	
	Charge utile maximale	(N)	2900
	Pente maximale	(°)	< 30
Conditions d'utilisation	Hauteur obstacle	(m)	
	Largeur de fossé	(m)	
	Plage de température	(°C)	-20 < 0 < +45
	Humidité		80% à +30°C
	Dose maximale	(Gy)	1000
	Débit de dose maximal	(Gy/h)	1

Engins d'intervention en extérieur

Drones aériens

Description - Missions

Description générale

Le **Groupe INTRA** est doté de drones aériens, en versions électrique et thermique, pouvant opérer à l'extérieur des bâtiments. Le modèle retenu est à voilure tournante contra-rotative. Ce type de voilure permet le vol stationnaire, l'appareil est beaucoup plus compact et moins sensible au vent qu'un hélicoptère classique.

Les développements actuels de dispositifs électroniques et informatiques d'assistance au pilotage embarqués permettent de libérer le pilote qui peut alors se concentrer sur l'utilisation des équipements spécifiques de mesures ou de reconnaissance.

Avec une vitesse maximale de 90 km/h, une altitude maximale de vol de 3000 m, une autonomie pouvant atteindre 2 heures (version thermique), la possibilité de les piloter jusqu'à une distance de 10 km et une fiabilité accrue, ces appareils peuvent maintenant être utilisés en situation de crise.

Le pilotage est simplifié grâce à une électronique de bord qui interprète les ordres envoyés par l'opérateur en commandes de vol.

En mode pilotage automatique, l'opérateur peut se concentrer sur la caméra gyro-stabilisée (optique de jour, capteur infra-rouge ou double optique) pour observer la zone d'intérêt.

La puissance et la stabilité de la caméra (zoom x26) permet de rendre compte de manière immédiate et efficace des dangers potentiels jusqu'à une distance de 10 km.

Missions

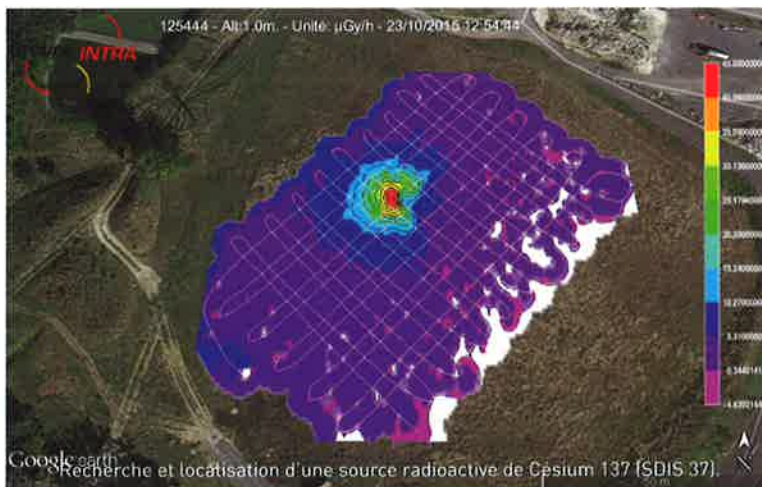
Ces drones opéreront à l'extérieur des bâtiments pour des missions :

- De mesures radiologiques,
- De reconnaissance visuelle,
- D'accompagnement et de surveillance d'engins en missions au sol,
- De localisation de sources thermiques avec la caméra infra-rouge,
- De récupération ou de pose de capteurs de mesures.



Drone électrique avec batterie, caméra boule et sondes de mesures radiologiques.

Cartodrone est un logiciel permettant de traiter les mesures effectuées avec les sondes de mesure de rayonnement gamma. En fin de mission, les données font l'objet d'un traitement numérique (Krigage) pour élaborer une carte d'isovaleurs de débit de dose avec ou sans correction d'altitude. Le logiciel permet d'exporter les résultats dans un format compatible avec les systèmes d'informations géographiques.



Engins d'intervention en extérieur

Drones aériens

Caractéristiques

Poste de pilotage

Le matériel nécessaire au pilotage (Ordinateur PC et logiciel Cockpit, émetteur, écran de visualisation) est intégré à l'intérieur d'un véhicule utilitaire léger, doté d'un groupe électrogène et d'un mat porte-antenne télescopique. Le poste de pilotage permet de piloter le drone en immersion et d'assurer le transport de l'ensemble du matériel et de deux pilotes vers le site accidenté en toute autonomie.



Poste de pilotage drone avec antenne déployée.



Intérieur poste de pilotage drone avec écran de visualisation et station sol.

Equipement

Les missions des drones peuvent être de toutes natures à condition de respecter les limites de charge utile. Pour les missions spécifiques du Groupe INTRA, les matériels retenus sont les suivants :

- Une caméra gyrostabilisée haute résolution avec zoom intégré pouvant opérer dans le spectre visible et en infrarouge pour effectuer des missions de reconnaissance visuelle de grande précision.
- Une caméra haute résolution dans le domaine visible de faible masse, sans zoom et servant d'assistance au pilotage lors des missions de mesures.
- Des sondes de mesures radiologiques.



Drone équipé d'une sonde de mesures radiologiques

Caractéristiques constructeur

Modèle	IT180-5 TH	IT180-3 EL
Motorisation	Thermique	Electrique
Diamètre Rotor (m)	1,8	
Masse à vide (kg)	14	
Charge utile (kg)	5	3
Vitesse maximale (km/h)	90	
Altitude maximale (m)	3000	
Autonomie (min.)	60 - 120	30
Modes de pilotage	Manuel, Automatique, Suivi de terrain	
Fréquences	869 MHz - 1,3 GHz - 2,4 GHz	
Fonctionnement automatique	Décollage, Vol, Atterrissage	

Engins d'intervention en intérieur et extérieur

Poste de pilotage 3G

Description - Missions

Description générale

Le poste de pilotage 3G (pour 3^{ème} génération) est constitué d'un véhicule utilitaire aménagé et d'une remorque supportant le mât et les antennes de transmission.

Ce nouveau poste de pilotage est entièrement autonome et utilise les technologies de transmission numérique des signaux.

L'aménagement du véhicule a consisté à intégrer dans une partie du caisson les baies électroniques et informatiques nécessaires pour assurer les transmissions et le pilotage des engins. Dans l'autre partie, le pupitre de commande et les écrans permettent d'afficher les retours vidéos des caméras embarquées sur les engins, le tableau de bord des paramètres de fonctionnement et pour les engins d'extérieur, la cartographie de la zone d'intervention avec le tracé de la trajectoire du robot. Le véhicule est climatisé et dispose de moyens de communication par radio.

Le poste de pilotage 3G permet aussi de piloter en immersion les robots d'intervention en intérieur EROS et EOLE après reconfiguration de l'informatique et du contrôle commandes.

Le poste de pilotage 3G ne permet pas de travailler dans une zone présentant des risques de contamination et/ou d'irradiation. Son utilisation sur le théâtre des opérations impose de l'implanter en dehors des zones de rejets radioactifs (réels ou potentiels) ou de prévoir son déplacement éventuel en cas de modification des conditions météorologiques.



Poste de pilotage 3G pour engins d'intérieur ou d'extérieur



Intérieur du poste de pilotage : écrans de visualisation et pupitre de commandes

Missions

Le poste de pilotage 3G est utilisé pour le pilotage en immersion d'un engin d'extérieur ou d'un engin d'intérieur.

Il est conçu pour un fonctionnement avec un pilote et un copilote. Le pilote se concentre sur le pilotage de l'engin et délègue au copilote les opérations de surveillance générale, de surveillance des paramètres techniques de l'engin renvoyés par la télémesure et des opérations de transmission de données vers la base arrière.

Engins d'intervention en intérieur et extérieur

Poste de pilotage 3G

Caractéristiques

La baie électronique embarquée dans le véhicule assure la communication en temps réel avec les engins radio-contrôlés. Elle comprend différents équipements dont notamment :

- Un émetteur radio UHF pour les télécommandes des engins d'extérieur,
- Un récepteur radio VHF pour les vidéos numériques et les télémessures des engins d'extérieur,
- Un récepteur radio pour les vidéos analogiques de secours,
- Un modem coaxial pour les données et vidéos des engins d'intérieur,
- Un sélecteur et un enregistreur vidéo permettant le brassage des vidéos provenant des différentes sources (engins d'extérieur, engins d'intérieur, remorque EMOI, caméras auxiliaires...),
- Un PC permettant le paramétrage de ces différents matériels et l'affichage de l'Interface Homme Machine de pilotage.

Les pupitres de commande sont connectés à ce PC via une carte de communication synchrone. Un des pupitres de commande est dédié à la locomotion de l'engin et la commande du bras. Le second est dédié aux réglages des caméras. Ces deux fonctions peuvent ainsi être partagées par le pilote et le copilote en cas de besoin. La carte de communication synchrone et les pupitres de commande embarquent des développements spécifiques réalisés.

L'IHM de pilotage est basée sur le logiciel de supervision Panorama. Elle donne aux pilotes la possibilité de visualiser le statut de l'engin, de paramétrer les transmissions et de sélectionner les vidéos. Elle présente au copilote sur un écran vidéo, la carte du site d'intervention avec l'affichage de la position du robot d'extérieur dans son environnement, en utilisant le GPS embarqué sur l'engin.

Cette architecture permet de visualiser jusqu'à quatre vidéos en simultané avec un temps de latence inférieur à 100 ms. Ces vidéos peuvent être retransmises vers une base arrière ou un autre poste de pilotage via une fibre optique.

Les distances de transmission des engins d'intérieur sont de 350 m en direct ou d'environ 2 km via une fibre optique. Pour les engins d'extérieur, les distances de transmission sont d'environ 5 km mais dépendent de la topologie des lieux.

Le véhicule est normalement positionné dans un secteur ne présentant aucun risque radiologique pour le personnel.

Détail antenne du mât : envoi télécommandes, réception télémessures, vidéos, son, vidéo secours



Détail du pupitre de commande

Pour se prémunir du danger existant dans une zone à risques à la suite de l'évolution de conditions météorologiques, le véhicule a été équipé de matériels de mesures de contamination atmosphérique pour alerter le personnel en cas de dépassement de seuil de contamination et lui permettre de mettre en œuvre la procédure de mise en sécurité : port des EPI, déplacement du véhicule hors de la zone à risques, évacuation de la zone...

Engins de travaux publics

EPELL – EBULL – EPPB

Description générale

Le Groupe INTRA dispose de deux engins de travaux publics (EPELL : pelle mécanique, EBULL : bulldozer,) et d'un poste de pilotage blindé (EPPB). Les engins sont conçus sur des bases de machines industrielles et dotés des organes nécessaires à la conduite téléopérée (caméras, éclairage) ainsi que des équipements de transmissions (contrôle-commande, audio, vidéo, numérique). Ils peuvent être pilotés classiquement en cabine ou en mode téléopéré depuis le poste de pilotage blindé (EPPB) jusqu'à des distances de l'ordre de 300 m et sont aptes à effectuer des missions de jour comme de nuit.

Le poste de pilotage EPPB est constitué d'une base motrice supportant la cabine blindée et les auxiliaires assurant son autonomie. Cette cabine accueille deux opérateurs et permet le pilotage simultané des deux engins de travaux publics EPELL et EBULL ainsi que le pilotage du porteur. Le pilotage se fait en vue directe par des hublots blindés et/ou par l'intermédiaire des systèmes vidéos liés à la téléopération.

La protection des pilotes à l'intérieur de la cabine d'EPPB est assurée : contre les rayonnements ionisants par un blindage acier-plomb offrant une atténuation d'un facteur 100 et contre la contamination par une ventilation nucléaire dynamique avec filtres très haute efficacité et conditionnement de l'air. Des appareillages de surveillance radiologique sont installés dans le poste de pilotage et les opérateurs disposent à bord de matériels de protection individuelle de secours leur permettant de se protéger contre la contamination en cas d'abandon d'urgence de la cabine.

Compte-tenu des spécificités de l'engin en termes de protection des opérateurs, EPPB peut être utilisé pour effectuer des reconnaissances visuelles sur des sites réputés hostiles.

Description - Missions

EPPB, cabine blindée sur porteur 8 roues directionnelles



EPELL

EPPB

EBULL

Missions

Les engins de travaux publics EBULL et EPELL sont susceptibles d'intervenir à l'extérieur des bâtiments à la suite des missions de reconnaissance réalisées par les engins d'extérieur ou les drones aériens pour effectuer des opérations en milieu irradiant et contaminant.

Les travaux réalisables par les engins EPELL et EBULL sont :

- Le décapage des sols,
- L'érection de buttes,
- Le profilage de terrain,
- Le dégagement de voies de circulation,
- Le creusement de tranchées.

Engins de travaux publics

EPELL – EBULL – EPPB

Caractéristiques



Cabine blindée avec servitudes : ventilation nucléaire et groupe électrogène



Vue intérieure de la cabine blindée

Les caractéristiques détaillées des engins de travaux publics sont présentées dans le tableau ci-dessous :

		EBULL	EPELL	EPPB
Longueur	(m)	6,70	4,50	10,60
Largeur	(m)	3,20	2,40	2,75
Hauteur	(m)	4,10	4,10	4,10
Masse	(kg)	20000	22000	48000
Constructeur		Caterpillar	Caterpillar	FAUN
Intégrateur		Bergerat Monnoyeur	Bergerat Monnoyeur	Bergerat Monnoyeur
Type		D6HxR série 2	320 L	ATF 70-4
Motorisation		Diesel 3306 DTI Caterpillar 175 CV	Diesel 3116 DTI Caterpillar 130 CV	Turbo diesel Mercedes 381 CV
Autonomie	(h)	30	30	20
Vitesse maxi	(km/h)	10	5	80
Capacité		Lame 3,25 m, ripper 1 dent	Godet 1,2 m ³	
Vision		5 caméras	5 caméras	7 hublots blindés 1 caméra

Mesures radiologiques radiotransmises

Balises Gamma

Description - Missions

Description générale

Ce système de mesures est une plateforme de télésurveillance radiologique qui assure la transmission périodique des mesures de débit de dose ambiant par voie hertzienne. Il est constitué d'un ensemble de sondes de mesures radiologiques de rayonnement gamma autonomes, d'un récepteur radio et d'un logiciel de traitement des données. L'ensemble peut être déployé dans un rayon de plusieurs kilomètres autour du site accidenté.

Pour obtenir une bonne réception, la position du récepteur doit être le meilleur compromis entre la cinétique de l'accident, les prévisions météorologiques donnant la direction du vent dominant et la topographie de la zone accidentée.

Le système permet de constituer un réseau de mesures, autonome et indépendant, pouvant compléter ou se substituer aux réseaux de mesures fixes existants susceptibles d'être endommagés en cas d'accident grave.

Les données reçues sont ensuite retransmises par liaison satellite vers le site internet du **Groupe INTRA** et mises à disposition des organisations de crise (IRSN, exploitants).



Missions

En fonction de la cinétique de l'accident, les balises peuvent être déposées en préventif, avant le rejet, pour obtenir des informations en continu pendant la phase de rejet ou déposées pour surveiller un point particulier, ou encore pour suivre l'évolution radiologique d'une zone.

La mise en place sur le terrain peut être réalisée lorsque la situation radiologique le permet par des hommes ou, dans le cas contraire, par des robots d'extérieur, voire avec les drones aériens.



BALISES GAMMA

Caractéristiques



Carte avec implantation des balises et restitution des mesures

Interface

Le traitement des données consiste à acquérir en temps réel les mesures de débit de dose effectuées par les sondes sur le terrain et à les reporter sur la carte donnant la position des balises. Les informations sont transmises à l'exploitant et à l'IRSN qui intègrent ces mesures dans leur plan général de surveillance radiologique.

Cette carte est accessible, via un accès sécurisé, sur le site Internet du **Groupe INTRA**.

Elle permet de visualiser les dernières mesures transmises ou l'historique d'un point particulier.



Sondes conditionnées pour le transport

Informations produites

- Débit de dose gamma en temps réel,
- Cartographie avec positionnement des sondes et valeurs en temps réel,
- Historique des valeurs pour une sonde donnée.

Caractéristiques	
Sondes	Genitron/Saphymo
Fréquences utilisées	400 et 500 MHz
Puissance d'émission	10 mW
Plage de mesure	10 nGy/h à 10 mGy/h
Grandeur mesurée	Débit Kerma, 2 tubes GM
Transmission hors obstacle	25 km
Période d'échantillonnage	2 min. à 2 heures
Logiciel de traitement	Data Expert

Mesures radiologiques héliportées HELINUC

Description générale

Le kit d'emport Hélinuc pour l'EC 145 est constitué d'une barque équipée des instruments GPS, de la radio-sonde et de ses antennes qui se fixe sur les patins de l'hélicoptère. Les nacelles équipées des détecteurs NaI sont positionnées de part et d'autre de l'EC 145 grâce aux 4 cols de cygne fixés sur la barque centrale. Deux détecteurs Germanium sont installés en face avant de l'EC 145 avec des supports spécifiques adaptés aux marchepieds de l'EC 145.

En cabine, l'écran d'aide à la navigation pour le pilote est positionné sur la casquette de l'hélicoptère. La baie d'électronique embarquée et le PC utilisés par les opérateurs CEA sont positionnés à l'arrière de la cabine.

L'hélicoptère ainsi équipé effectue un balayage au-dessus de la zone à cartographier en suivant un plan de vol préétabli contenant les paramètres suivants : longueur des profils, écart entre profils, altitude, vitesse, temps d'intégration.

Durant la phase de vol, le dispositif embarqué assure l'acquisition simultanée d'un spectre gamma et de la position dans l'espace du porteur, et le personnel à bord s'assure en direct du bon fonctionnement de l'ensemble de mesures.

En fin de mission, les données acquises et stockées sur support magnétique font l'objet d'un traitement pour élaborer une carte représentant l'état radiologique en superposition à un relevé topographique de la zone survolée.

Les résultats sont exprimés en Bq/m^2 pour les cartographies représentatives de l'activité de chaque radioélément ou en Gy/h pour la cartographie du débit de dose.

Description - Missions



Système de mesure HELINUC embarqué sur hélicoptère EC145 de la sécurité civile



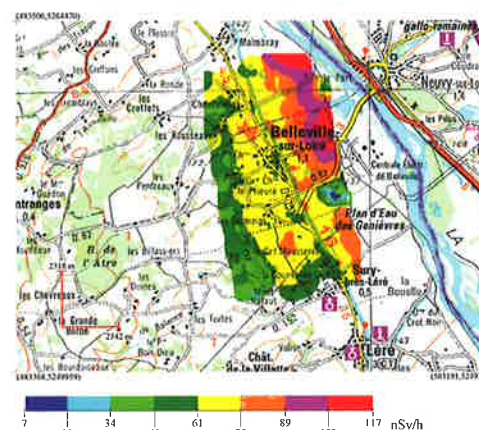
Montage symétrique des détecteurs sur le berceau porteur fixé sous l'hélicoptère

Mission

Le dispositif embarqué sur un hélicoptère permet de dresser rapidement et sur une grande surface une cartographie des radio-isotopes émetteurs de rayonnement gamma des zones contaminées.

- La réalisation d'une cartographie de la radioactivité gamma sur de grandes étendues,
- La détection et l'identification des radioéléments,
- L'évaluation de la contamination surfacique ou du débit de dose au sol,
- La détection, la localisation et l'identification de sources ponctuelles.

Exercice Belleville (simulation)



Nota : en fonction des régions, le bruit de fond naturel est de l'ordre de 100 nSv/h

Mesures radiologiques héliportées

HELINUC

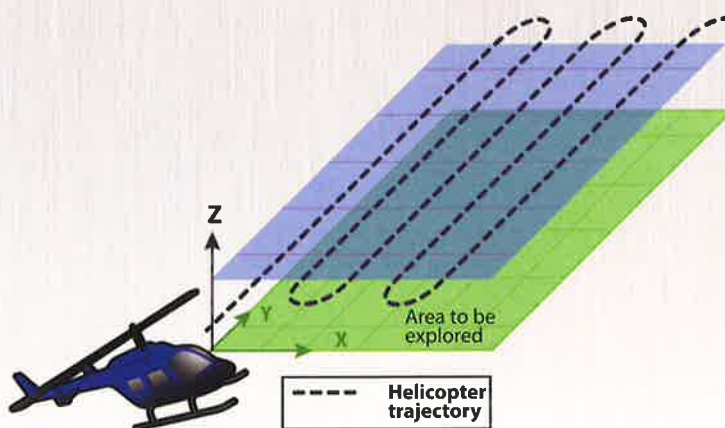
Caractéristiques

Capacités Opérationnelles

Les capacités du système permettent l'analyse sur des étendues de quelques dizaines de kilomètres carrés par jour avec une sensibilité allant du niveau de radioactivité naturelle à celle d'une situation d'accident nucléaire grave. Le système HELINUC est aussi utilisable pour la recherche et la localisation rapide de sources radioactives ponctuelles.

Pour des raisons de sécurité du personnel embarqué, il n'est pas prévu de déployer le système HELINUC en cas de contamination atmosphérique avérée, et pendant les phases de rejets gazeux radioactifs.

La capacité opérationnelle du système HELINUC et de l'équipe responsable de sa mise en œuvre est garantie, en permanence, par le CEA, en participant à des exercices, à des benchmarks internationaux ou à des campagnes de surveillance de l'environnement autour de sites nucléaires ou industriels, civils et militaires, en France ou à l'étranger.



Plan de vol HELINUC



Caractéristiques détaillées

Le système complet est composé de deux détecteurs NaI de 16 à 34 litres fonctionnant à température ambiante, de deux détecteurs Germanium refroidis à l'azote liquide et d'un ensemble électronique assurant toutes les fonctions nécessaires au fonctionnement du système : alimentation électrique, traitement des signaux, acquisition des données de positionnement GPS, génération et affichage du plan de vol ainsi que l'élaboration du fichier de données pour le post traitement au sol et l'élaboration de la cartographie de la zone survolée. La combinaison des deux types de détecteurs permet de bénéficier de la grande sensibilité d'un détecteur NaI de grand volume et de l'excellente résolution spectrale des détecteurs Germanium. Le système HELINUC est capable de différencier les radioéléments naturels (Potassium 40, Thorium 232 ou Uranium 238) des radioéléments artificiels (Américium 241, Iode 131, Césium 137, Plutonium 239, Cobalt 60...).

Les paramètres généraux de vol sont les suivants :

Paramètres (vol et mesures)	Valeur nominale
Vitesse hélicoptère (km/h)	70
Altitude de vol (m)	40
Ecart entre deux profils (m)	80
Fréquence d'acquisition des spectres (s)	1
Capacité de mesure (km ² /jour)	Minimum 50
Temps de montage sur l'appareil (h)	< 2
Composition de l'équipe HELINUC	3 dont 1 ou 2 à bord
Durée du post traitement (min.)	< 30

Pour un détecteur 16 l et lorsque les conditions de mesures sont optimales, les limites de détection des radioéléments sont les suivantes :

Radioéléments	Limite de détection
Américium 241 (²⁴¹ Am)	15 - 40 kBq/m ²
Uranium métal (²³⁸ U)	40 - 100 kBq/m ²
Iode 131 (¹³¹ I)	2 - 5 kBq/m ²
Césium 137 (¹³⁷ Cs)	1 - 4 kBq/m ²
Cobalt 60 (⁶⁰ Co)	0,5 - 3 kBq/m ²
Potassium 40 (⁴⁰ K)	30 - 80 Bq/kg
Uranium 238 (²³⁸ U)	15 - 40 Bq/kg
Thorium 232 (²³² Th)	2 - 10 Bq/kg

Système mixte intérieur/extérieur EMOI

Description générale

Le **Groupe INTRA** dispose d'un système servant pour les engins d'extérieur et d'intérieur : la remorque **EMOI** (**E**ngin de **M**ise en **O**uvre des engins d'**I**ntérieur).

EMOI est tracté par un engin d'extérieur ERASE. Elle peut également transporter deux robots EROS ou EOLE à une distance de quelques kilomètres. Les communications entre le poste de pilotage et les engins sont alors assurées par une fibre optique. Cette fibre optique est gérée par un double système : un enrouleur-dérouleur et un système de maintien de la fibre.

Cette remorque est équipée d'un groupe électrogène permettant sa complète autonomie pour une durée de 8h. Elle possède un arceau déployé à 4 mètres de hauteur équipé d'antennes de communication et d'une caméra boule permettant d'avoir une vue globale sur l'ensemble des robots. Le hayon se déploie également à distance pour permettre la descente des robots d'intérieur.

Description - Missions



Mission

EMOI est déployé à l'aide d'ERASE pour des missions en extérieur et en intérieur avec EROS / EOLE. Elle permet donc de :

- Transporter deux engins d'intérieurs jusqu'à une distance de 3 km,
- Servir de voie redondante entre le poste de pilotage et l'engin d'extérieur,
- Surveiller les robots grâce à une caméra boule.

Une fibre optique relie le poste de pilotage à la remorque EMOI. Une liaison courte distance avec modems permet la transmission des télécommandes à l'engin ERASE depuis la remorque EMOI.



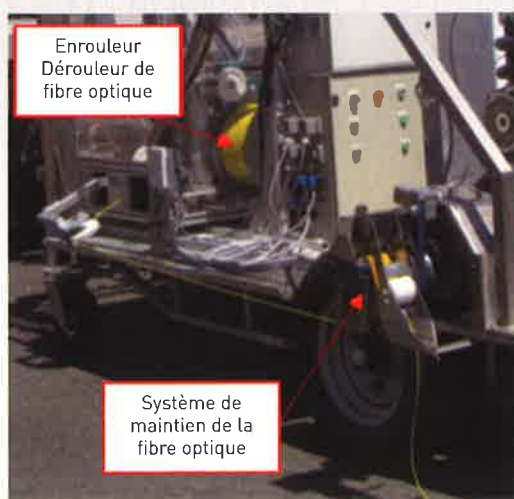
Système mixte intérieur / extérieur

EMOI

Caractéristiques

Gestion de la fibre optique

EMOI est équipé d'un enrouleur qui garde en tension la fibre optique pour pouvoir l'enrouler et la dérouler. Afin de déposer la fibre optique sans tension sur le sol, et éviter qu'elle ne s'accroche à quelque chose, le GIE INTRA a développé un système de maintien de la fibre optique. Ce système en appui sur la roue permet de déposer la fibre sur le sol au fur et à mesure que la remorque avance et à l'inverse récupérer la fibre en reculant, ceci grâce à un différentiel inversé. Commandé depuis le poste de pilotage, un petit moteur permet de faire varier de façon sécurisée le débit de la fibre optique par rapport au galet posé sur la roue de la remorque.



Pilotage

La remorque est pilotée depuis un poste de pilotage 3G, disponible en deux exemplaires. Il permet également le pilotage des engins ERASE et EOLE/EROS. La remorque EMOI est dotée de deux automates permettant de commander la remorque depuis ce poste de pilotage. Sont ainsi commandés sur EMOI : le groupe électrogène, l'arceau, le hayon, l'enrouleur et le système de maintien de la fibre.

En mission, le scénario est le suivant : le groupe électrogène et l'enrouleur de la remorque sont mis en route. ERASE tracte la remorque sur le lieu d'intervention (jusqu'à 3 km).

L'arceau de la remorque, équipé de sa caméra boule et de ses antennes, est déployé. ERASE se détache de la remorque et peut se déplacer à 100 m de la remorque pour une mission en conservant une double voie de transmission. Le hayon de la remorque est alors abaissé pour permettre la descente des robots d'intérieur qui pourront se déplacer jusqu'à 350 m de la remorque.

Toutes les commandes proviennent du même poste de pilotage.

Caractéristiques

Les caractéristiques détaillées de la remorque sont présentées dans le tableau ci-dessous :

EMOI		
Caractéristiques dimensionnelles	Longueur (m)	5,3
	Largeur (m)	2,4
	Hauteur (m)	arceau replié : 2 arceau levé : 4
	Masse (kg)	2300
Plate-forme	Base mécanique	1 essieu + 2 roues folles
	Energie	GE Essence
	Autonomie (h)	8
	Vitesse maxi (m/s)	4,2 (15 km/h) Limitée vitesse ERASE
	Autonomie spatiale (km)	3
Divers	Capacité d'import	2 robots d'intérieur
	Vision	5 caméras
	Homologation	Conformité machine (non homologuée transport)

Transmission données et communication PCRI, transmission satellite et SIG

Description - Missions

Description générale

Les interventions du Groupe INTRA s'effectuent sur le site accidenté. Les échanges avec le centre de crise demandeur, "le client", se traduisent, dans un premier temps, par le déploiement sur le site concerné d'équipements et de matériels du Groupe INTRA.

Dans un deuxième temps, se met en place un processus de collecte d'informations de toute nature : mesures, photographies, vidéos, compte rendu de terrain,...

L'ensemble de ces informations est centralisé dans le véhicule Poste de Commandement du Responsable d'Intervention (PCRI), analysé sous la conduite du Responsable d'Intervention (RI), puis transmises au «client» et à l'IRSN pour intégration dans le processus décisionnel de gestion de crise.

Cette tâche est réalisée par la mise en œuvre du PCRI, de communications par satellite, l'utilisation du réseau internet et d'un système d'informations géographiques (SIG).

PCRI

Le PCRI est le poste de commandement du Responsable d'Intervention (RI) du Groupe INTRA. Il est implanté dans un véhicule utilitaire, vers lequel sont regroupées toutes les informations en provenance des équipements déployés sur le site accidenté. Les données peuvent être transmises par fibre optique, câble coaxial, liaison radio.

Le responsable d'intervention assure l'interface entre le centre de crise et l'équipe en place sur le terrain. Il procède, avec l'appui technique de l'expert ingénierie de l'équipe d'intervention, à la vérification de la qualité des données avant de les envoyer au client et il analyse les demandes du client pour orienter et diriger les interventions.

Le PCRI est constitué d'une base de véhicule utilitaire léger, sur lequel a été rapportée une cellule divisée en deux parties : postes de travail et transport de matériel. Le véhicule est totalement autonome. Il dispose d'un groupe électrogène pour son alimentation électrique, d'une liaison GSM, de moyens de communication radio avec les autres équipes déployées sur le site, de moyens de sélection et d'affichage des vidéos, d'un point d'entrée WIFI et d'une antenne satellite.



Le véhicule n'a pas fait l'objet d'une conception NRBC (gabarit limité à 3,5 tonnes), mais il est équipé d'un système de mesure radiologique permettant d'alerter le personnel d'une dégradation de l'environnement immédiat et ainsi de prendre les dispositions nécessaires pour se mettre en sécurité (EPI, déplacement du véhicule).



Liaisons satellite et connexion internet

Le Groupe INTRA dispose de deux systèmes de transmission de données par satellite permettant également d'établir une connexion internet et une liaison téléphonique.

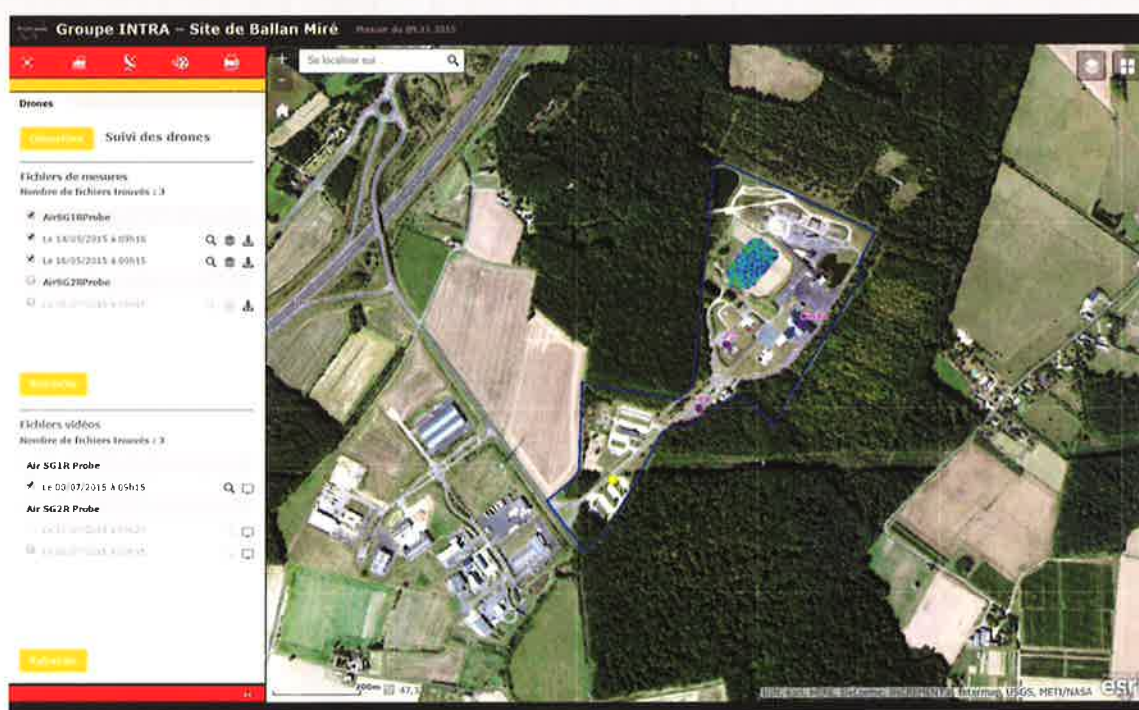
Le premier système est implanté à demeure dans le PCRI et l'antenne satellite est associée à un dispositif de recherche et de pointage automatique. Le deuxième système, en principe affecté aux drones aériens, est portable et à pointage manuel. Il est constitué de deux modems, l'un pour une utilisation courante en essais ou exercice sans garantie de bande passante et l'autre pour une utilisation en situation accidentelle avec une bande passante dédiée.

Système d'Information Géographique

Le Groupe INTRA a mis en place une plateforme SIG (Système d'Information Géographique) pour faciliter et réduire le temps de préparation des missions, simplifier la collecte et la visualisation des données, centraliser les actions dans un logiciel unique et garantir la pérennité et la maintenabilité de la solution et ainsi couvrir l'ensemble des besoins en données géographiques utiles lors des différentes phases (préparation, réalisation, restitution) des missions.

La solution retenue s'articule autour des produits de la gamme ESRI (ArcGis), largement implantée dans le monde.

Elle se compose d'une base de données géographiques optimisée pour l'utilisation avec les autres logiciels, d'un logiciel SIG bureautique qui permet de gérer ces données et de préparer les cartes pour les missions, des applications SIG déconnectées pour les postes de pilotage et la base arrière, des services en ligne et d'une application web de restitution à destination des organisations de crise qui peuvent se connecter directement via un login et un mot de passe communiqué par le responsable d'intervention.



Aperçu du futur site web de restitution.

