

Simulation d'aéronefs virtuels pour les missions de sécurité

Philippe GUICHETEAU¹

¹ONERA, Centre de Palaiseau, chemin de la Hunière, 91761 Palaiseau Cedex

philippe.guicheteau@onera.fr

Résumé – Le projet SIMAVI (SIMulation d'Aéronefs VIRTuels pour les missions de sécurité) a pour but d'élaborer une démarche rationnelle de choix de concepts aériens de surveillance permanente sur zone. Il est fondé sur la simulation de concepts concurrents dans un environnement virtuel. Après avoir présenté les travaux déjà réalisés dans le cadre du projet, cet article ouvre la perspective de l'évaluation prochaine des concepts en simulation qui permettra de conclure sur la validation de la démarche proposée.

Abstract – The SIMAVI project (Simulation of virtual aircraft for the security missions) aims at elaborating a rational methodology for the choice of aerial concepts of permanent surveillance on zone. It is based on the simulation of rival concepts in a virtual environment. Having presented the works already realized within the framework of the project, this article opens the perspective of the next evaluation of the concepts in simulation which will allow to state on the validation of the proposed methodology.

1. Introduction

Pour réaliser des missions d'observation et de surveillance de zones au sol, de nombreux pays font déjà appel ou envisagent l'utilisation de véhicules aériens, habités ou non, ou spatiaux. Les moyens aériens couramment utilisés pour réaliser des missions d'intervention ou de surveillance sont des hélicoptères lorsque celles-ci sont courtes et des avions dans le cas contraire. Dans certains cas où une permanence plus importante s'impose il est maintenant fait appel, soit à des drones (avec leurs limitations en terme de réglementation de survol urbain, d'autonomie et d'insertion dans le trafic), soit à des dirigeables modernes permettant d'assurer une présence de longue durée. Quant aux moyens satellitaires, ils restent limités à des applications de sécurité centrées sur le positionnement et la cartographie.

La multiplication de nouveaux véhicules aériens et de nouveaux capteurs est susceptible d'améliorer le service rendu et de faire apparaître de nouvelles fonctionnalités grâce à leur complémentarité. Elle étend ainsi considérablement le nombre d'associations véhicule/capteurs possibles pour chaque mission envisagée suivant notamment son caractère militaire ou civil. Il apparaît donc une problématique de choix du système de surveillance le mieux adapté à la mission à remplir qui rend nécessaire l'élaboration d'une démarche rationnelle d'évaluation, dans un environnement réaliste, de l'adéquation des futurs concepts de surveillance aux exigences des utilisateurs en vue de les spécifier. C'est l'objet du projet SIMAVI.

Pour faciliter la perception d'un environnement système par ses utilisateurs aux fins de formation et d'entraînement, la simulation de la réalité virtuelle est largement utilisée grâce aux progrès des calculateurs et à l'amélioration de l'interface homme système. Ces outils sont si puissants qu'ils peuvent remplacer en partie la formation sur le système lui-même. De plus, leur versatilité et leur conception modulaire permettent la simulation de systèmes différents sans nécessiter de reconstruire l'ensemble à chaque fois. Cette capacité de reconfiguration est donc très attractive pour comparer des systèmes mis en œuvre dans les mêmes conditions. C'est la raison pour laquelle la simulation sera utilisée comme outil de comparaison pour aider le choix des systèmes de surveillance les mieux adaptés aux missions retenues.

Ce projet est fondé sur la simulation de systèmes concurrents issus d'une analyse fonctionnelle et de la valeur du besoin des utilisateurs et d'une synthèse bibliographique traitant des véhicules, des capteurs, des missions, de l'architecture des concepts ainsi que de leur vulnérabilité associée à l'analyse des enjeux sociétaux associés à ces nouveaux concepts de surveillance.

Après avoir exposé la méthodologie du projet et présenté les partenaires de l'Onera, ce papier traitera plus particulièrement du besoin, de l'état de l'art et des moyens qui seront mis en œuvre pour évaluer les concepts en simulation. La conclusion proposera une perspective sur les travaux qui restent à conduire.

2. Méthodologie

Le projet est organisé en quatre phases complémentaires :

- l'analyse de la problématique,
- la préparation des simulations,
- l'évaluation opérationnelle des concepts,
- la synthèse et les recommandations.

À partir du besoin exprimé par les utilisateurs, une analyse fonctionnelle et de la valeur permet d'élaborer les spécifications techniques des concepts de surveillance à concevoir et de la simulation ainsi que les moyens à mettre en œuvre pour juger de leur respect. Conjointement, une analyse des enjeux sociétaux associés à ce besoin sera réalisée très prochainement.

Parallèlement un recensement des plates-formes et des capteurs disponibles actuellement et à moyen terme et de leurs performances a été effectué. Il permettra d'élaborer des concepts répondant aux spécifications techniques de besoin.

La comparaison, en simulation, des différents concepts sera réalisée sur quatre scénarios. Le premier traitera de la surveillance côtière. Les trois derniers seront joués sur un terrain numérique urbain et mettront en œuvre des données réelles recueillies au-dessus de Paris.

La synthèse du projet permettra de conclure sur l'intérêt de la simulation en réalité virtuelle pour évaluer des concepts de surveillance. Elle permettra d'identifier les apports relatifs des différentes plates-formes et d'identifier les technologies manquantes ou à intégrer pour disposer d'un ensemble de moyens adaptés à un traitement performant et économiquement acceptable des missions de sécurité retenues.

3. Partenaires

La réalisation de ce projet faisant appel à des compétences multiples, l'Onera s'est associé à sept partenaires dont le groupement permet de traiter tous les aspects de la problématique.

AVI (AirshipVision International) apporte sa connaissance du milieu du dirigeable et celle de la problématique globale de la surveillance. Il conduit l'analyse fonctionnelle et de la valeur avec l'assistance des autres partenaires. Il assure également la coordination de l'analyse des enjeux sociétaux attachés à ces concepts de surveillance.

THALES met à disposition une base de données avec zone côtière ainsi qu'un environnement de simulation pour l'acquisition de façon à tester les différentes plates-formes retenues dans le cadre de l'étude équipées des senseurs modélisés choisis pour remplir leurs missions dans un scénario côtier. Il participe également à l'analyse de la

valeur et à l'élaboration des entrées de la simulation en vue de l'évaluation comparative.

OKTAL-SE met à disposition un environnement étendu adapté aux capacités des charges embarquées sur les plates-formes. Il réalise une extension avec des outils propriétaires développés pour le compte de la DGA (CHORALE) et qui sont compatibles de la visualisation ultérieure par des capteurs optroniques. Il joue les scénarios urbains sélectionnés sur la zone de terrain modélisée et y intègre les plates-formes propriétaires intéressantes dans le cadre de la démonstration. Il participe également à l'analyse de la valeur et à l'élaboration des entrées de la simulation en vue de l'évaluation comparative.

L'Onera (Office National d'Études et de Recherches Aérospatiales) coordonne le projet et participe à l'ensemble des phases pour apporter ses compétences dans des domaines scientifiques particuliers (optronique, modélisation de plates-formes aériennes) et pour assurer la bonne fin du projet.

Le CEA (Commissariat à l'Énergie Atomique) assure l'exploitation des données radiologiques recueillies au cours d'une campagne de mesures au-dessus de Paris. Il partage sa connaissance de la problématique de la détection de matière nucléaire ou de sources radioactives et de sa prise en compte dans les concepts de surveillance.

Le CEB (Centre d'Études du Bouchet) assure l'exploitation des données recueillies au cours de la campagne de mesures précitée. Il partage sa connaissance de la problématique de la détection des charges de détection chimique et de sa prise en compte dans les concepts de surveillance.

La PP (Préfecture de Police) contribue aux choix des démonstrations en simulation et participe à l'élaboration des conditions de l'évaluation ainsi qu'à la synthèse finale en tant qu'utilisateur potentiel et garant de la sécurité du vol d'engins au-dessus de la Capitale.

Le STSI (Service des Technologies de la Sécurité Intérieure) contribue aux choix des démonstrations en simulation et à l'analyse des enjeux sociétaux. Il participe à l'élaboration des conditions de l'évaluation ainsi qu'à la synthèse finale en tant qu'utilisateur potentiel

4. Analyse de la problématique

Comme cela a été entrevu lors de la description de la méthodologie, l'analyse de la problématique n'est encore complètement terminée. Pour cette raison, seules sont présentées ici les parties qui le sont. Les autres seront l'objet d'une communication ultérieure.

4.1 Les missions

Pour préparer les scénarios d'évaluation qui seront réalisés par la suite, deux grandes classes de missions ont été traitées.

La surveillance des frontières terrestres ou maritimes, des réseaux d'approvisionnement ou de transport, et la gestion d'événement important ou catastrophique. Dans cette classe figure notamment les missions de surveillance côtière à des fins de contrôle des frontières et la surveillance des réseaux pour prendre en compte le suivi de l'évolution des conditions d'utilisation ou les menaces terroristes. Ces missions sont généralement caractérisées par leur durée et l'évolution lente des phénomènes à observer.

La connaissance de situation et la protection des populations au titre de la sécurité civile et à celui de la sécurité publique. Dans la classe de la sécurité civile, qui est traitée par la zone de défense et caractérisée par l'intervention d'un nombre d'acteurs assez grand et, en tout cas, de très diverses appartenances, l'accent est donné, en priorité, sur la gestion de crise et la mise à disposition d'informations nombreuses pour tous les acteurs du terrain. Une hypothèse simplificatrice conduit, pour cette classe, à ce que la plate-forme se limite à jouer un rôle de diffusion d'information vers le sol. Dans la classe de la sécurité publique figurent notamment la prévention, la préparation d'événements quand ils sont prévisibles, la dissuasion et la gestion de crises planifiées ou spontanées. Ces missions sont généralement caractérisées par une évolution rapide de la situation, sur des portées limitées mais pouvant atteindre linéairement quelques kilomètres, avec des masquages surtout inhérents à l'effet saisonnier de végétation, et une densité immobilière élevée. Le nombre d'acteurs se concentre sur un nombre limité de services de police. Outre le rôle de diffusion d'information vers le sol, la plate-forme pourrait jouer le rôle de relais autonome, stable et indépendant facilitant le dialogue entre les acteurs au sol. L'architecture du système d'information est donc essentielle.

Pour chaque classe, trois missions typiques ont été analysées dans le détail. Les missions maritimes retenues sont la surveillance des eaux territoriales, la surveillance côtière et la mission recherche et sauvetage. Les missions urbaines retenues sont la surveillance de zone, la reconnaissance et la mission d'intervention. Pour chacune d'elles le besoin a été exprimé en termes de spécifications pour les plates-formes et les capteurs dont l'association constitue le concept de sécurité.

4.2 Les plates-formes

Trois grandes classes de plates-formes ont été recensées, les avions, les hélicoptères et les aérostats. Pour chacune d'elles, la capacité d'être habitée ou non a été analysée.

Suivant sa taille, l'autonomie de l'avion est comprise entre une heure et plusieurs dizaines d'heures pour les plus gros avion de surveillance maritime.

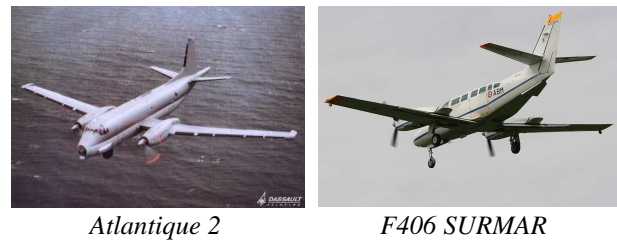


FIG. 1 : Plates-formes de type avion

Sa formule aérodynamique ne lui permet pas de rester en permanence à la verticale d'une zone d'intérêt ; il ne peut que tourner autour. S'agissant de la surveillance maritime, cette particularité est peu contraignante exceptée pour une éventuelle intervention sur un bâtiment. Pour la surveillance urbaine, cette particularité ne sera pas dommageable dans le cas de la surveillance routière par exemple mais deviendra quasiment rédhibitoire pour la surveillance rapprochée de zones très urbanisées dans lesquelles, le masquage du sol par les immeubles peut rendre ce moyen inefficace. Un dernier point à noter est que les avions de surveillance maritime sont des multimoteurs pour réduire les risques d'accident en mer sur avarie moteur. Bien que ce risque ne soit pas plus grand en zone urbaine, ces conséquences sont beaucoup plus importantes en raison de la densité de population dans la zone surveillée. Dans ces conditions, il semblerait légitime qu'une plate-forme de surveillance urbaine soit équipée d'au moins deux moteurs pour réduire ce risque.

Contrairement à l'avion, l'hélicoptère peut réaliser des missions supplémentaires d'intervention et de sauvetage grâce à sa capacité de vol stationnaire. Cependant, en raison de sa consommation et de la fatigue générée par un environnement vibratoire et bruyant, les missions sont de courte durée.



FIG.2 : Plates-formes de type hélicoptère

Dans le cadre de missions urbaines de sécurité, l'hélicoptère à l'avantage de pouvoir être pré positionné et d'être sur zone très rapidement. En revanche, son bruit ne lui permet pas de réaliser ses missions en toute discrétion. Il est donc utilisé lorsque les événements à surveiller sont suffisamment importants pour rendre inutile ce besoin de discrétion.

Depuis le tout début de l'aérostation, les ballons et les dirigeables ont été utilisés pour réaliser des missions d'observation. Encore récemment, pour de grandes manifestations comme les jeux olympiques d'Athènes et d'événements festifs en France ou des conflits en cours (Afghanistan, Irak), des aérostats sont utilisés comme point haut pour placer des capteurs destinés à sécuriser une zone et/ou faciliter les communications entre unités dispersées ou encore comme poste de commandement avancé.



FIG. 3 : Plates-formes de type aérostat

Grâce à la poussée d'Archimède, un aérostat est doté de la capacité de demeurer naturellement en l'air sans quasiment consommer d'énergie ce qui lui permet un maintien sur zone de longue durée et à faible coût. En contrepartie, il est aussi sensible aux conditions météorologiques qu'un hélicoptère et sa vitesse de déplacement est nettement plus faible. En particulier, il peut sembler plus difficile de poursuivre une voiture avec un dirigeable qu'avec un hélicoptère si elle roule à vive allure hors agglomération.

Cet examen des plates-formes serait incomplet si on omettait l'émergence des véhicules non habités qui se différencient des premiers par la taille et le déport au sol du pilote. Les plates-formes à voilure fixe ou tournante représentent une classe de véhicules qui ne cesse de grossir avec la multiplication des modèles allant du drone Haute Altitude Longue Endurance au mini drone.

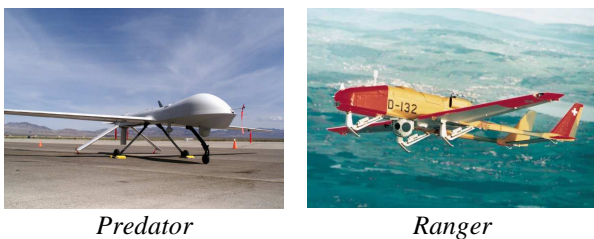


FIG. 4 : Plates-formes de type drone

Hormis le problème de la réglementation qui les contraint à n'être utilisés que par dérogation pour les applications civiles, ces plates-formes présentent néanmoins des performances intéressantes mais limitées par la masse de la charge utile, l'autonomie et la capacité à résister à des conditions météorologiques dégradées ; ces limites étant d'autant plus sévères que la taille de l'appareil diminue. En ce qui concerne les plates-formes de type dirigeable non habitées, et bien qu'elles soient peu nombreuses, leur développement industriel débute progressivement et, à terme, elles devraient pouvoir

réaliser les mêmes missions que leur homologues habitées en réduisant la taille du véhicule ou les améliorer à taille constante.

Bien qu'il soit utilisé depuis longtemps pour des missions d'observation de la Terre et qu'il puisse jouer un rôle complémentaire à celui joué par les plates-formes décrites plus haut, le satellite n'a pas été considéré ici pour une raison technique essentielle. En effet, le lieu d'apparition d'un phénomène d'intérêt du point de vue de la sécurité nécessite un délai de réaction généralement très court et une permanence de la mission d'observation qui ne peut être assurée en l'état par un satellite qui n'a pas une trajectoire initiale passant à la verticale du phénomène et qui ne peut délivrer des informations qu'à la période imposée par son orbite.

4.3 Outils de simulation

L'évaluation des concepts requiert de pouvoir présenter une mise en situation la plus proche possible de la réalité tant en ce qui concerne le concept de sécurité lui-même que l'environnement dans lequel il évolue, particulièrement son interaction avec les autres acteurs et le rendu graphique de la situation. Il n'a pas été possible d'intégrer toutes ces capacités dans un seul outil de simulation en raison du budget limité alloué à ce projet. Aussi, deux simulateurs ont été retenus. La particularité du premier réside dans le rendu réaliste de l'environnement fondé sur des données réelles obtenues en environnement urbain. Il sera fourni par OKTAL-SE Celle du second est sa capacité à rendre compte de l'architecture complète du moyen de surveillance, laquelle sera orientée plutôt sur un scénario maritime. Il sera fourni par THALES. L'agrégation des résultats obtenus avec ces deux simulateurs devrait néanmoins permettre de statuer sur l'intérêt de la démarche proposée dans le projet.

Opérationnel pour l'optronique depuis janvier 2000, l'atelier de simulation SE-WORKBENCH d'OKTAL-SE est un atelier de modélisation de scène qui a pour objectif de traiter les spectres optique, radiofréquence et acoustique. Il possède deux missions fondamentales :

- la caractérisation physique des différents éléments qui composent la scène,
- le rendu temps réel ou le calcul par lancer de rayons du signal physique.



FIG. 5 : Simulateur OKTAL-SE

L'atelier SE-WORKBENCH est avant tout multispectral. En effet, une scène est définie à la fois pour un contexte de simulation infrarouge, électromagnétique voire acoustique. L'environnement de simulation est indépendant du capteur ce qui permet de générer des signaux identiques pour différentes technologies de capteurs.

L'atelier SE-WORKBENCH se positionne comme une suite logicielle intégrée permettant de générer un environnement virtuel 3D à des fins de simulation ou modélisation à un niveau de réalisme fixé par l'utilisateur.

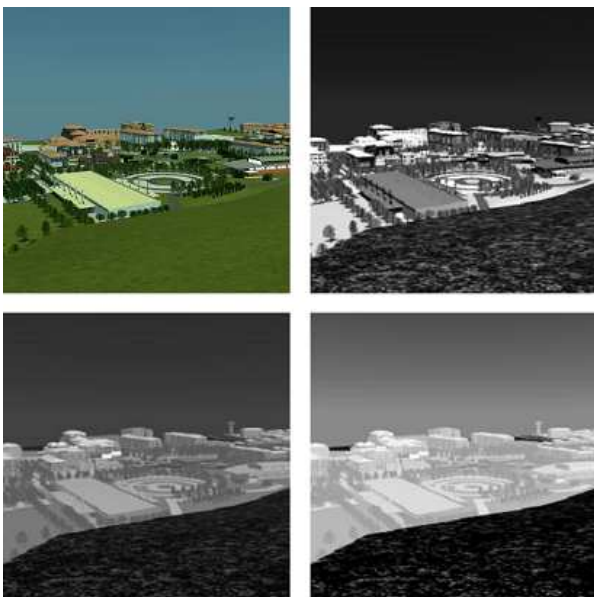
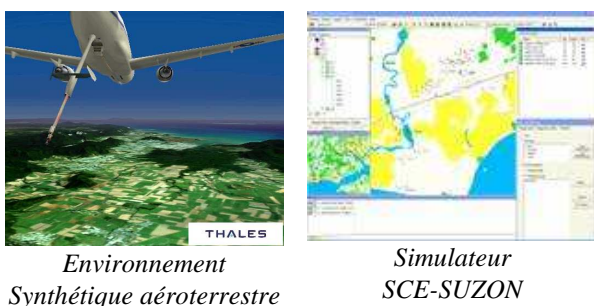


FIG. 6 : Images OKTAL-SE visible, BI, BII et BIII

L'outil SCE-SUZON développé par THALES est un environnement de simulation de concepts d'ensemble de surveillance et de contrôle de zone à distance réalisé pour la DGA dans le cadre des travaux liés à la Bulle Opérationnelle Aéroterrestre (BOA) en vue d'évaluer techniquement et opérationnellement les différentes architectures techniques susceptibles de constituer un système de surveillance militaire.



Environnement

Synthétique aéroterrestre

Simulateur

SCE-SUZON

FIG. 7 : SCE-SUZON

Pour évaluer des architectures de système (système de systèmes), cet environnement permet :

- de configurer tout type de plates-formes et de senseurs, de préparer l'organisation des Forces et de

leur système de communication, de mettre en oeuvre des scénarios opérationnels,

- de simuler en temps réel l'action sur le champ de bataille des Forces équipées et constituées, de manager les événements,
- d'évaluer le rendu de l'action (rejeu, statistique, analyse multicritères, etc.) pour la comparaison d'architectures.

5. Préparation des simulations

Cette phase du projet est en cours de mise en place avec la définition des scénarios et le choix des plates-formes. En ce qui concerne la construction de la base de données géographiques pour les scénarios urbains et l'exploitation des mesures qui alimenteront les simulations, cette tâche n'a pas débutée en raison d'une dérive du processus d'acquisition de la DGA relative à la campagne d'expérimentation qui doit délivrer les données d'entrées de cette tâche. Il est prévu que cette campagne soit réalisée dans le courant de l'année 2008, avec un an de retard.

5.1 Les scénarios

Il est envisagé d'évaluer les concepts de sécurité sur quatre scénarios typiques, un maritime et trois urbains.

Le scénario maritime qui devrait être retenu consistera à simuler un événement en mer à définir, navire à la dérive suite à un incident par exemple, et à l'observer pendant une longue durée, en demeurant en permanence sur la zone d'intérêt, pour évaluer l'étendue et l'évolution de l'incident afin de mieux apprécier la situation et diriger les opérations de sauvetage de l'équipage, de remorquage et de prévention de la pollution – ces dernières étant réalisées avec des moyens simulés – de façon à comparer les systèmes aéronefs et leurs moyens de mission par exemple au niveau de l'endurance et de la connaissance globale de la situation.

Le premier scénario urbain devrait consister à simuler le déplacement d'une foule en milieu urbain au sein de laquelle des individus se livreront à des actions répréhensibles qui nécessiteront une interception par des équipes au sol. En plus de la capacité de permanence, il s'agira donc d'avoir également une capacité de déplacement du véhicule lui-même ou de son axe de visée en sorte de suivre les individus repérés dans le milieu urbain.

Les deux derniers scénarios urbains ne sont pas encore complètement définis. L'un devrait traiter du problème de la surveillance avec des contraintes de discrétion vis-à-vis des phénomènes observés. L'autre devrait traiter des nouvelles missions de sécurité telles que la surveillance radiologique et chimique d'une zone urbaine dans laquelle une contamination radiologique et/ou chimique est suspectée et sa recherche. Ces deux derniers scénarios seront précisés avec les utilisateurs et la DGA.

5.2 L'environnement

La Base De Données Aéroterrestre Middle Wallop (Sud de l'Angleterre) a été retenue pour le scénario maritime. Cette base est utilisée pour l'entraînement des pilotes d'hélicoptère.

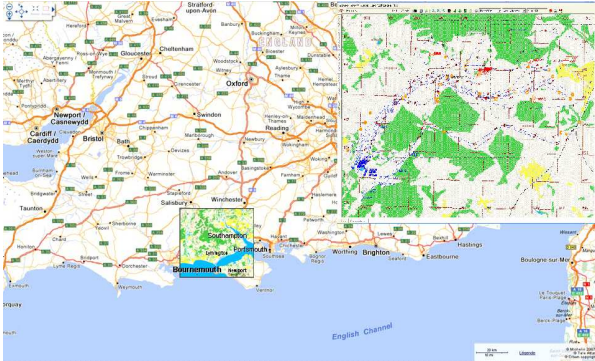


FIG. 8 : BDD Middle Wallop

Pour les scénarios urbains, une base de données géographiques va être constituée par OKTAL-SE à partir de données réelles issues de la campagne de mesures en vol prévue par la DGA en 2008 associée à une campagne de photographies, à partir du sol, de la zone survolée.

Pour accroître le réalisme de la situation, la simulation urbaine mettra en œuvre des mesures réelles issues de la campagne précitée. Ces mesures seront de nature optronique (visible et infrarouge), radiologique et chimique.

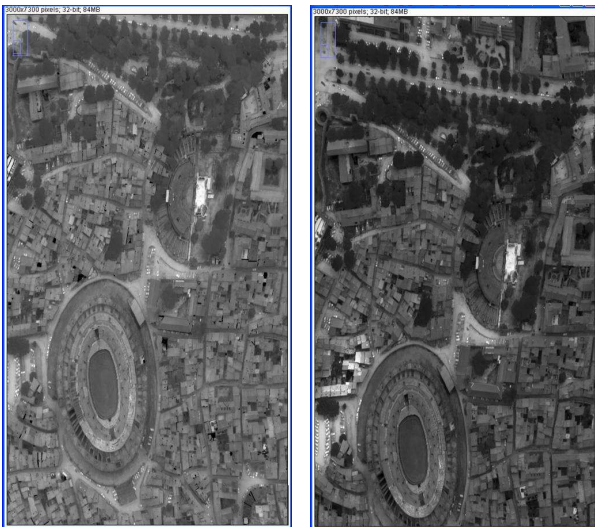


Image IR (Timbre Poste NG) en bande 2, ville d'Arles (Onera)

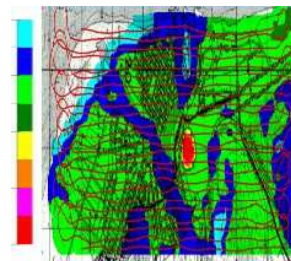
Image IR (Timbre Poste NG) en bande 3, ville d'Arles (Onera)

FIG. 9 : Images optroniques

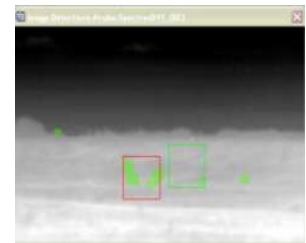
Les mesures optroniques seront fournies par des systèmes visibles et infrarouge présents à l'Onera. Les systèmes sont de très grande résolution spatiale (centimétrique en visible et décimétrique en IR) et maîtrisés au niveau de la radiométrie. Les cartographies

obtenues seront du type de celles présentées sur la figure 9. Le principe est d'obtenir des images à très grandes résolutions spatiale et radiométrique afin de pouvoir simuler des systèmes opérationnels moins performants.

Les mesures radiologiques seront fournies par le système HELINUC® développé et mis en œuvre par le CEA. Organisé autour d'un détecteur de photons gamma, ce dispositif permet la réalisation d'une cartographie de la radioactivité gamma sur de grandes étendues, la détection et l'identification des radioéléments, l'évaluation du débit de dose au sol, et la détection, la localisation et l'identification de sources ponctuelles. En sortie, ce système restitue une carte colorée (en fonction des niveaux d'activité mesurés) qui, superposée à un relevé topographique de la zone, permet de dresser un état radiologique précis des lieux. Les cartographies obtenues sont exprimées en Bq/m² ou Bq pour une source ponctuelle.



Cartographie HELINUC®



Détection d'agents chimiques (CEB)

FIG. 10 : Détection de contamination radiologique et chimique

Les mesures chimiques seront fournies par le CEB. Le système qui sera mis en œuvre est composé d'un spectromètre couplé à un imageur infrarouge et d'une unité de traitement qui permet de délivrer en temps quasi-réel l'information sur la présence ou non d'une contamination chimique notamment en faisant la distinction entre la contamination chimique et celle correspondant aux conditions d'environnement.

5.3 Les concepts

Pour tenter de recouvrir l'ensemble des plates-formes aériennes typiques envisageables pour le futur, il est proposé d'en simuler trois types : avion, hélicoptère, dirigeable.

Trois plates-formes de type avion seront simulées. La première sera caractéristique du F406 SURMAR. La seconde sera de la classe du Ranger. Quant à la troisième, il est proposé de simuler un minidrone voisin du projet ELSA (Engin Léger de Surveillance Aérienne) du STSI.

Deux plates formes de type hélicoptère seront simulées : un hélicoptère habité et un drone. Pour l'instant les choix définitifs n'ont pas été arrêtés.

Deux plates-formes de type dirigeable seront simulées. La première sera une représentation du Zeppelin NT07 qui aura servi à la campagne de mesure et qui a déjà été utilisé pour effectuer des missions de sécurité au dessus de Paris. La seconde sera une version plus petite et inhabitée de la première.

Ces différentes plates-formes ayant une capacité d'emport différente, la suite de capteurs susceptibles d'être installée sur chacune d'elles sera également modélisée par le biais de la transformation des mesures réelles obtenues avec des capteurs de référence en sorte de représenter les performances des capteurs embarqués.

6. Conclusion

Cet article a présenté l'avancement du projet SIMAVI à l'approche du terme de sa première année au cours de laquelle les travaux ont porté essentiellement sur la description des missions de sécurité et l'établissement de l'état de l'art des plates-formes aériennes, des capteurs et des environnements de simulation.

Le recensement des missions a permis de distinguer les missions maritimes des missions urbaines et de mettre en évidence leurs spécificités qui vont orienter la constitution des concepts de sécurité à évaluer. Parallèlement, l'état de l'art des plates-formes et des capteurs a mis en évidence leurs points forts et leurs faiblesses qui seront des éléments déterminants de choix pour l'évaluation en simulation. Enfin, l'examen des environnements de simulation a conduit à en choisir deux différents afin d'évaluer l'apport de chacun d'eux dans le processus de validation opérationnelle.

Une première synthèse de l'analyse de la problématique des missions de sécurité faisant appel à des véhicules aériens a conduit à un premier choix des scénarios et des plates-formes qui seront testées en simulation. Ce choix sera bientôt affiné par le biais d'une analyse de la valeur de ces concepts préliminaires et des enjeux sociétaux attachés à la surveillance, éventuellement permanente, des zones urbaines.

Pour conclure sur la validité de la méthodologie proposée par le projet, il reste à évaluer les concepts retenus en simulation. Cette validation est tributaire des résultats d'une campagne de mesures au-dessus de Paris qui ne sera mené qu'en 2008 pour le compte de la DGA, contrairement à ce qui avait été prévu lors de planification initiale du projet. Cependant, la forte motivation de tous les partenaires devrait permettre de limiter les conséquences de cet aléa indépendant du projet et de tirer les conclusions du projet dans les délais impartis.

Remerciements

Les résultats présentés dans cet article sont le fruit d'une étroite collaboration entre tous les partenaires du projet auxquels je tiens, ici, à exprimer tous mes remerciements.