

Dossier Technique

Brassard GPS pour Pompiers

1. Introduction

1.1 Contexte

Les interventions des pompiers nécessitent une réactivité et une efficacité maximales, notamment dans la recherche des ressources essentielles comme l'eau. Lorsqu'un incendie se déclare, il est crucial de localiser rapidement les sources d'eau à proximité (bouches et poteaux d'incendie, citernes, points d'eau naturels) afin de maîtriser les flammes dans les plus brefs délais.

Actuellement, les pompiers utilisent principalement des cartes papier ou des cartographies embarquées dans leurs véhicules pour repérer ces points d'eau. Cependant, cette méthode présente certaines limites, notamment dans des environnements où l'accès aux véhicules est difficile (forêts, zones rurales, bâtiments industriels de grande taille) ou lorsque la visibilité est réduite par la fumée. La nécessité d'une solution plus mobile et accessible se fait donc sentir afin d'améliorer la rapidité et l'efficacité des interventions. Lors d'une intervention, les pompiers doivent identifier rapidement les points d'eau à proximité (bouches et poteaux d'incendie, citernes, points d'eau naturels). Actuellement, cette information est principalement accessible via des cartographies embarquées dans les véhicules, ce qui peut entraîner une perte de temps dans des environnements complexes (forêts, zones rurales, sites industriels).

1.2 Objectif du Projet

Ce projet a pour but de concevoir un **brassard GPS d'avant-bras** permettant aux pompiers d'accéder instantanément à la localisation des points d'eau les plus proches. Ce dispositif portable offrirait une alternative plus rapide et plus intuitive aux systèmes actuels, facilitant ainsi la prise de décision en situation d'urgence.

Le brassard serait intégré dans une **poche à scratch** sur la manche de la veste anti-feu, assurant une accessibilité immédiate et un usage ergonomique. L'écran afficherait soit une carte interactive avec les points d'eau disponibles, soit une flèche directionnelle indiquant le chemin le plus court vers la source d'eau la plus proche. L'objectif est de rendre cet outil simple à utiliser, même en portant des gants et en évoluant dans des conditions difficiles.

L'accent est mis sur la robustesse du dispositif, qui devra être **résistant aux hautes températures, aux chocs et aux projections d'eau**. L'enjeu est également de garantir

une **autonomie suffisante** pour couvrir toute la durée d'une intervention. Enfin, le projet prend en compte les impératifs de sécurité des pompiers en s'assurant que l'équipement ne présente aucun risque d'explosion ou d'interférences avec les autres dispositifs radio utilisés par les secours. Ce projet vise à concevoir un **brassard GPS d'avant-bras** permettant aux pompiers d'accéder en temps réel à la localisation des points d'eau les plus proches. Le dispositif sera intégré dans une **poche à scratch** sur la veste anti-feu, garantissant une accessibilité immédiate et un usage ergonomique.

2. Cahier des Charges

Le cahier des charges définit les exigences fonctionnelles, techniques et sécuritaires du brassard GPS, garantissant ainsi sa conformité aux besoins des pompiers et aux contraintes d'intervention sur le terrain.

2.1 Contraintes Fonctionnelles

Le brassard GPS devra répondre aux exigences suivantes pour garantir une utilisation optimale par les pompiers en intervention :

- **Localisation précise des points d'eau** : Affichage en temps réel des sources d'eau à proximité (bouches d'incendie, citernes, points d'eau naturels).
- **Guidage intuitif** : Possibilité de visualiser une carte interactive ou une indication directionnelle avec distance.
- **Mode connecté et hors-ligne** : Fonctionnement même en l'absence de réseau grâce à une base de données locale.
- **Ergonomie et accessibilité** : Interface claire et adaptée à une utilisation avec des gants épais.
- **Alertes et retours utilisateurs** : Vibrations ou signaux sonores pour signaler un point d'eau à proximité ou un problème technique.
- Localisation précise des points d'eau via GPS.
- Affichage intuitif (carte ou direction + distance).
- Fonctionnement en mode connecté et hors-ligne.
- Facilité d'utilisation avec des gants.

2.2 Contraintes Techniques

Le brassard GPS doit respecter un ensemble de contraintes techniques garantissant sa robustesse et son efficacité en intervention :

- **Résistance thermique** : Capacité à fonctionner sous des températures extrêmes sans défaillance.
- **Autonomie** : Durée de fonctionnement minimale de **6 heures** en continu avec une gestion optimisée de l'énergie.
- **Étanchéité** : Certification **IP68/IP69K** pour résister à l'eau, à la poussière et aux projections à haute pression.
- **Fixation sécurisée** : Intégration dans une **poche à scratch renforcée** pour éviter toute perte en intervention.
- **Poids et encombrement réduits** : L'appareil doit être **léger** et **compact** afin de ne pas gêner les mouvements du pompier.
- **Mise à jour des données** : Synchronisation régulière des points d'eau via Bluetooth ou Wi-Fi pour garantir une base de données à jour.
- **Résistance thermique** : Matériaux supportant les hautes températures.
- **Autonomie** : Minimum 6 heures en fonctionnement continu.
- **Étanchéité** : Certification IP68/IP69K.
- **Fixation sécurisée** : Poche à scratch sur la manche.
- **Poids** : Léger pour ne pas gêner les mouvements.

2.3 Contraintes de Sécurité (Hypothèses à valider par des professionnels)

La sécurité est un enjeu primordial pour tout équipement utilisé en milieu à haut risque. Les contraintes suivantes devront être étudiées et validées par des experts en sécurité incendie :

- **Type de batterie** : L'utilisation d'une batterie stable et résistante aux températures élevées (ex. **Lithium Fer Phosphate - LiFePO4**) pourrait être privilégiée pour limiter les risques d'explosion ou d'incendie.
- **Matériaux ignifugés et robustes** : Le boîtier devra être conçu en **matériaux non inflammables** et capables d'absorber les chocs sans altérer son fonctionnement.

- **Absence d'interférences électromagnétiques** : Études nécessaires pour s'assurer que le dispositif ne perturbe pas les équipements radio des pompiers ni les systèmes de communication d'urgence.
- L'utilisation d'une batterie stable à haute température (ex. Lithium Fer Phosphate - LiFePO4) pourrait être une solution envisagée.
- Le boîtier du dispositif devra être ignifugé et résistant aux chocs, sous réserve de validation par des experts en sécurité incendie.
- L'impact du dispositif sur les autres équipements radio des pompiers devra être étudié par des professionnels pour éviter toute interférence.

3. Choix Techniques

3.1 Matériaux et Composants

Boîtier :

Polymère haute résistance : Un polymère de type polycarbonate ou un matériau composite renforcé permettrait de garantir une solidité tout en restant léger. Ce type de matériau est à la fois durable et résistant aux impacts, ce qui est crucial en environnement d'incendie où les chocs sont fréquents.

Alliage d'aluminium : Un alliage d'aluminium pourrait également être envisagé pour sa légèreté et sa résistance thermique. Il permettrait de dissiper la chaleur rapidement, un facteur essentiel en présence de températures extrêmes. Cependant, l'aluminium peut être un peu plus lourd que les polymères, mais il est plus résistant aux chocs violents.

Écran :

OLED basse consommation : Un écran OLED (Organic Light-Emitting Diode) est choisi pour sa faible consommation d'énergie tout en offrant une excellente visibilité, même en conditions de faible luminosité ou dans la fumée. Les écrans OLED sont également flexibles, ce qui permet de créer des designs ergonomiques adaptés au brassard. Leur qualité d'affichage et leur visibilité sous des angles variés les rendent particulièrement adaptés pour une utilisation en situation d'urgence.

LEDs directionnelles : Une option moins gourmande en énergie pourrait être l'utilisation de LEDs directionnelles, qui permettraient de fournir une information visuelle claire (une flèche directionnelle indiquant la position d'un point d'eau).

Ces LEDs pourraient fonctionner en parallèle avec l'affichage OLED pour maximiser l'efficacité de l'indication visuelle.

GPS :

Module GPS/GLONASS/Galileo : Le choix d'un module multi-système (GPS + GLONASS + Galileo) permettrait de garantir une précision de localisation optimale, indépendamment du lieu d'intervention. L'intégration de ces trois systèmes assure une meilleure couverture et fiabilité dans des environnements urbains, ruraux ou forestiers où le signal GPS traditionnel peut être perturbé. Cette solution offre aussi un secours en cas de défaillance d'un système (par exemple, GLONASS ou Galileo peuvent être utilisés si le GPS américain est défaillant).

Connectivité :

Bluetooth/Wi-Fi : Ces technologies permettent la mise à jour régulière des données de localisation des points d'eau sans nécessiter une connexion permanente au réseau mobile. Bluetooth pourrait être utilisé pour une synchronisation locale rapide entre le brassard et les autres équipements de l'intervention, tandis que le Wi-Fi permettrait des mises à jour plus complètes lorsque les pompiers se trouvent à proximité d'une source de connexion (par exemple, un véhicule ou une station de base).

Batterie :

LiFePO₄ (Lithium Fer Phosphate) : Ce type de batterie est particulièrement adapté pour les environnements à température élevée. Il présente une bonne stabilité thermique et chimique, réduisant ainsi le risque d'incendie ou d'explosion en cas de surchauffe ou de court-circuit. Les batteries LiFePO₄ sont également plus durables et moins sensibles aux dégradations que d'autres types de batteries lithium-ion, ce qui en fait une option sécuritaire et fiable pour des interventions longues.

3.2 Interface Utilisateur

Mode carte avec points d'eau affichés :

L'interface carte permettrait une vue d'ensemble complète de la zone, avec les points d'eau identifiés sous forme de symboles clairs et facilement interprétables. La carte pourrait être dynamique, avec un zoom intégré pour les environnements urbains ou complexes. Un système de couches cartographiques permettrait d'afficher plusieurs types de points d'eau en superposition, offrant ainsi une vue détaillée selon les besoins de l'intervention.

Mode flèche directionnelle + distance :

En plus de la carte, le brassard pourrait proposer un mode « flèche directionnelle » qui guide l'utilisateur vers le point d'eau le plus proche avec une estimation de la distance restante. Ce mode est particulièrement utile lorsque la visibilité est réduite (fumée, nuit) ou lorsque la situation nécessite une intervention rapide. La flèche serait accompagnée d'informations numériques indiquant la distance restante jusqu'au point d'eau, avec une mise à jour en temps réel de l'itinéraire.

Alertes vibratoires ou sonores :

Pour garantir que le pompier reçoive un retour d'information rapide, même dans un environnement bruyant, le brassard serait équipé de moteurs vibrants et de signaux sonores. Ces alertes sont essentielles pour notifier immédiatement la présence d'un point d'eau à proximité, sans nécessiter de consultation de l'écran. Les vibrations pourraient être modulées en fonction de l'urgence de la situation (par exemple, vibration continue pour un point d'eau très proche).

4. Développement et Prototypage

4.1 Phases du projet

1. **Étude des besoins et cahier des charges** : Cette phase initiale permettrait de préciser davantage les besoins spécifiques des pompiers en matière de cartographie et d'ergonomie, ainsi que les exigences de sécurité.
2. **Sélection des composants et conception du boîtier** : Le choix des matériaux et des composants électroniques serait fait en fonction des contraintes thermiques, mécaniques et de poids. Un prototype en 3D pourrait être développé pour tester l'ergonomie du brassard.
3. **Développement du logiciel embarqué** : L'interface utilisateur serait programmée pour intégrer la carte interactive, le mode flèche directionnelle et la gestion des alertes. L'intégration du GPS et de la connectivité sans fil serait également implémentée. Dans le cas de la récupération du logiciel embarqué des pompiers, l'objectif sera son adaptation au format brassard et son optimisation dans ce but.
4. **Prototypage et tests** : Un prototype fonctionnel serait créé pour tester la robustesse, l'ergonomie et l'autonomie du brassard, avec des essais sous des conditions spécifiques (environnement humide, chocs, hautes températures si un professionnel accepte de le tester,...). Par ailleurs, l'objectif est la

récupération de vestes anti-feu usagées pour l'optimisation concrète du prototype finale.

5. **Validation et ajustements finaux** : Des retours d'expérience des pompiers en conditions réelles permettront d'ajuster le design, l'interface et les fonctionnalités pour répondre aux besoins opérationnels. Mais cela serait uniquement dans l'éventualité où ce projet serait validé, repris et développé par des professionnels.

4.2 Tests et Validation (si le projet venait à être repris et développé par des professionnels)

Afin d'assurer la fiabilité et la sécurité du brassard GPS, une série de tests rigoureux devrait être menée si le projet était repris par une équipe professionnelle. Ces tests permettraient d'évaluer la robustesse du dispositif en conditions réelles d'intervention et de garantir sa conformité aux normes en vigueur.

- Des tests en conditions réelles avec des pompiers pourraient être réalisés pour évaluer l'ergonomie, la facilité d'utilisation avec des gants et la lisibilité de l'affichage dans différentes conditions de visibilité (fumée, obscurité, pluie).
- Une vérification approfondie de la résistance thermique et mécanique pourrait être effectuée en laboratoire afin de tester la tenue du dispositif à des températures élevées et aux chocs, en conformité avec les normes de sécurité en vigueur pour les équipements de protection incendie.
- Une évaluation détaillée de l'autonomie et de la précision GPS pourrait être menée en conditions réelles, incluant des tests en zones urbaines, rurales et forestières, afin de s'assurer que le dispositif fonctionne de manière fiable dans tous les environnements d'intervention des pompiers.

5. Perspectives

Le projet du brassard GPS pour pompiers ouvre la voie à plusieurs axes d'amélioration et d'élargissement pour renforcer encore l'efficacité des interventions. Voici quelques perspectives clés pour l'avenir du dispositif :

1. **Cartographie interactive dynamique** : La possibilité d'intégrer une carte interactive qui se met à jour en temps réel pourrait être un ajout essentiel. Cette

carte pourrait inclure non seulement les points d'eau, mais aussi des informations sur l'évolution de l'incendie, des zones de danger, ou des obstacles (murs, routes fermées, etc.), ce qui améliorerait la gestion dynamique des ressources et l'orientation des pompiers en intervention.

2. **Communication entre équipes de pompiers :** L'extension du système à un réseau de communication entre les pompiers pourrait révolutionner la coordination des interventions. En permettant de partager instantanément les données relatives à l'emplacement des points d'eau ou à la progression de l'incendie, ce système garantirait une réponse plus rapide et plus cohérente, notamment dans des zones à forte densité de fumée ou des environnements complexes.
3. **Surveillance de l'environnement grâce à des capteurs supplémentaires :** Intégrer des capteurs environnementaux, tels qu'un capteur de température externe ou des détecteurs de gaz, pourrait fournir une vision en temps réel des conditions dans lesquelles évoluent les pompiers. Cela permettrait non seulement de localiser les points d'eau, mais aussi de prévenir les risques environnementaux, comme des surchauffes dangereuses ou des émanations toxiques.
4. **Optimisation de la précision GPS :** Afin d'améliorer la précision de la localisation, l'intégration de technologies avancées telles que la correction GPS en temps réel, via des réseaux de stations fixes ou des technologies hybrides de positionnement (comme l'utilisation de capteurs inertiels combinés à GPS) pourrait être envisagée. Cette amélioration serait particulièrement utile dans les environnements où le signal GPS est faible ou perturbé, comme dans les zones urbaines très denses ou en forêt.
5. **Accessibilité et coût :** À terme, l'industrialisation et la standardisation du brassard GPS permettraient de réduire le coût de production, rendant ainsi ce dispositif accessible à une plus grande quantité de pompiers, y compris dans des pays où le financement d'équipements de haute technologie est limité. Cette démocratisation pourrait se traduire par une adoption plus large et un impact plus global sur la sécurité des interventions.
6. **Intégration dans des systèmes de gestion de crise :** Le brassard pourrait être connecté à des systèmes de gestion de crise pour permettre une meilleure planification et répartition des ressources avant et pendant une intervention. Grâce à l'intégration avec des outils de gestion d'intervention, il serait possible de suivre en temps réel l'emplacement des équipes, optimiser les parcours vers les points d'eau, et adapter les stratégies d'intervention en fonction des circonstances changeantes.

6. Conclusion

Le brassard GPS pour pompiers représente une solution innovante et prometteuse pour améliorer l'efficacité des interventions incendie. En permettant une localisation rapide et précise des points d'eau, il réduit considérablement le temps de recherche et améliore la réactivité des équipes d'intervention. Ce dispositif, ergonomique et conçu pour résister aux conditions extrêmes, garantit à la fois sécurité et efficacité en milieu d'intervention.

Le projet offre de nombreuses perspectives d'évolution, allant de l'intégration de cartographies dynamiques à la mise en place d'un réseau de communication entre pompiers, sans oublier l'ajout de capteurs environnementaux pour anticiper les risques. La précision du GPS pourrait également être optimisée, et l'industrialisation du brassard permettrait de le rendre accessible à un plus grand nombre de pompiers, à un coût réduit.

En conclusion, ce brassard GPS représente bien plus qu'un simple outil de localisation. Il constitue une avancée majeure dans la modernisation des équipements de sécurité des pompiers, apportant une réponse innovante et pragmatique aux défis d'efficacité, de sécurité et de rapidité des interventions. Les développements futurs permettront de perfectionner cet outil et d'étendre son impact sur la sécurité des pompiers dans des contextes variés.

Annexes

- Schémas techniques du brassard.
- Liste détaillée des composants électroniques.
- Documentation sur la norme IP68/IP69K.