



Drone autonome en médecine d'urgence

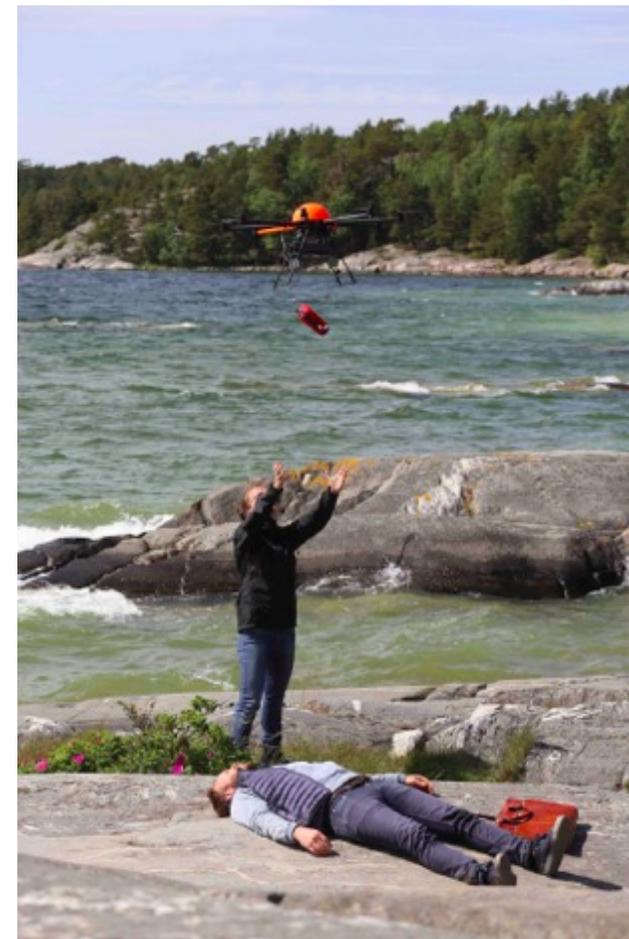
Albane Miron de l'Espinay

MC Derkenne

MCE Jost

GT-ACR-DRONE-BSPP

Bureau Médical d'Urgence - BSPP





Quelles sont les perspectives offertes par les drones autonomes pour la médecine d'urgence ?

Recensement des initiatives dans la littérature médicale.

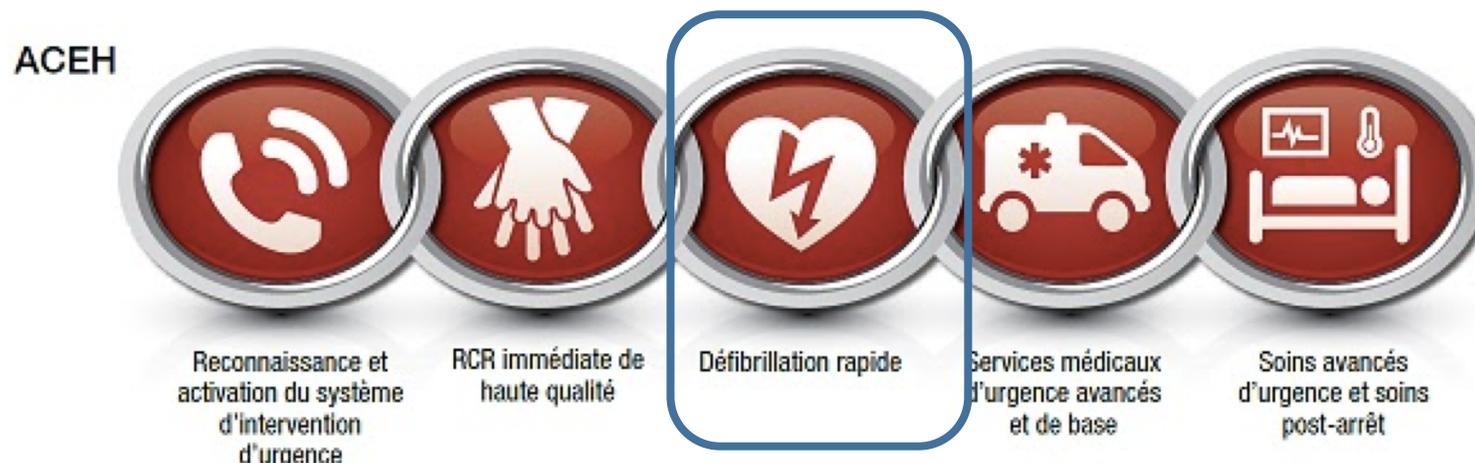
Perspectives techniques offertes par l'écosystème industriel des drones.

Enjeux de la réglementation aérienne.

Sincérité opérationnelle pour les équipes de secours.

Prendre en charge les arrêts cardio-respiratoires : drone+DSA

Chaine de secours en cas d'ACR



Panchal et al. Circulation 2020

40 000 à 50 000 interventions en France chaque année
3 500 sur le secteur BSPP

Secteur BSPP : **8 minutes de temps de présentation**
7 % de survie à la sortie de l'hôpital

La **rapidité** de la défibrillation est corrélée à la survie

Le nombre de patients qui fibrillent diminue avec le **temps**

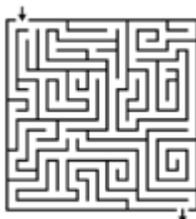
→ Il faut qu'un défibrillateur arrive plus rapidement sur intervention

1. Intérêt du drone

Taux de survie de 70% quand il y a un DSA sur site avant les secours. (Zijlstra, BMJ Heart 2018)

Limitations pratiques des DSA publics

Problèmes d'accessibilité des DSA publics



Faible entretien des DSA publics : 20% ne fonctionnent pas
(Seit Jespersen, Resuscitation 2022)



Les DSA publics dans la pratique actuelle ne fonctionnent pas et coutent cher

L'idée : livrer le DSA directement sur les lieux de l'intervention par voie aérienne

Etat technique actuel des drones :

- Les drones peuvent **porter et déposer des charges**
- Les drones peuvent faire du **vol autonome** d'un point A à un point B

2. Livraison de DSA par drone : simulations pour tester son intérêt théorique

Unconsciousness is detected



Detection rate:
 drone send for OHCA detected
 ... % in public place
 ... % at home

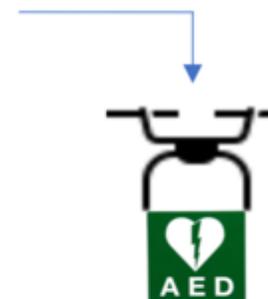
OHCA detection sequence:
 drone goes ... sec after BLS team

Bystanders:
 ... % of OHCA at home have only one witness alone: no drone sent.

BLS team leaves



Drone can fly during
aeronautical night :
 yes/no



Drone takes off

Take off delay ... (in s)
 Drone's landing delay ... (in sec).
 Drone's vertical speed ... (in m/s)
 Drone's cruise altitude ... (in m)
 Max drone speed ... (in km/h)
 Drone's acceleration time ... (in sec)



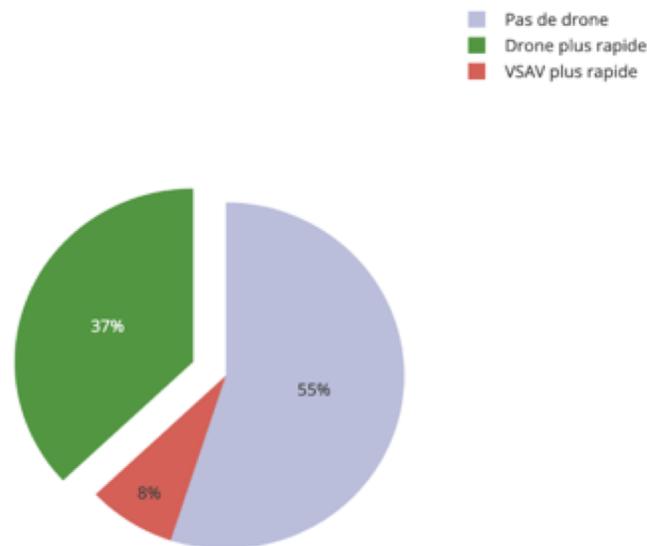
After a run the drone is
unavailable for ... h.

Paramètres additionnels :

- Interdiction de vol en conditions météo extrêmes
- Position initiale des drones : 1/PC de compagnie ou 1/CS

2. Livraison de DSA par drone : simulations pour tester son intérêt théorique

Distribution des interventions



Derkenne et al. Resuscitation 2021

Sur le seul secteur de compétence de la BSPP (zones urbaines très denses) :

Plus de 40 % des interventions éligibles, et le drone est quasi-systématiquement plus rapide.

Victimes avec meilleur pronostic (plus jeunes, et plus souvent avec témoin de l'effondrement).

200 interventions par an pour lesquelles le drone a plus de 5 minutes d'avance sur les secours.

Intérêt du défibrillateurs livré par drone démontré par simulation en zone urbaine dense

<https://airborne-aed.org/fr/>



3. Livraison de DSA par drone : tests opérationnels



Étude grandeur réelle en Suède (2020)

Zone semi-urbaine

80 000 résidents

3 drones

Sonné-décollé : 60 à 90 sec

Trajet retour optimisé pour survol
des zones les moins denses



3. Livraison de DSA par drone : tests opérationnels

Case report : lettre dans le NEJM

franceinfo:

Suède : un homme de 71 ans en arrêt cardiaque sauvé par un drone médical

Publié le 08/01/2022 17:17 Mis à jour le 08/01/2022 17:43

Delay times	
Time to recognition of out-of-hospital cardiac arrest at dispatch center	0 min 0 sec‡
Time from dispatch of drone to approval by air traffic control	0 min 20 sec
Time from dispatch of drone to drone delivery of AED	3 min 19 sec
Time from dispatch of EMS to arrival of first ambulance	4 min 14 sec
Time from dispatch of drone to attachment of AED to patient	4 min 50 sec
Time from dispatch of drone to first AED shock	5 min 30 sec
Time from dispatch of EMS to arrival of fire department personnel	7 min 1 sec
Weather and flight data	
Temperature and sky cover	0°C, cloudy
Wind speed	18 km/hr
Distance from hangar to patient	580 m§
Total flight time	4 min 19 sec
Drone battery level (%)	
At takeoff	97
At return landing in the hangar	81

Claesson, 2022. NEJM



3. Livraison de DSA par drone : tests opérationnels

Quelle mise en place en France ?

Enjeu réglementaire important DGAC/EASA

Risque sol maximal en zone urbaine

Nécessite de prouver ++ la fiabilité du système



Expérimentation en France avec industriel français de drone en 2022

Expérimentation portée par BEP/BMU BSPP

Intérêt du BMPM, SDIS 69 et SDIS 72

3. Livraison de DSA par drone : tests opérationnels sur secteur BSPP

Un projet en deux phases :

Drone autonome de livraison de bouées de sauvetage:



Développement du logiciel de navigation autonome pour :

1. Détection d'une victime et livraison de bouées de sauvetage sur la Seine
2. Livraison de défibrillateurs aux abords immédiats du fleuve

- Phase de développement logiciel ;
- Réglementairement simple ;
- Plus value importante.

Drone autonome de livraison de défibrillateur :



Fiabilisation du système de navigation autonome pour assurer la livraison de défibrillateurs au cœur de la ville en toute sécurité, après avoir défini une zone de dépose.

- Phase de fiabilisation du système pour la livraison en zone cœur de ville ;
- Réglementairement complexe ;
- Effet final recherché.



Conclusion



Projet d'innovation où le besoin précède la maturité technique.

Preuve de concept technique en zone urbaine à réaliser : phase 1 d'essai au S2 2022

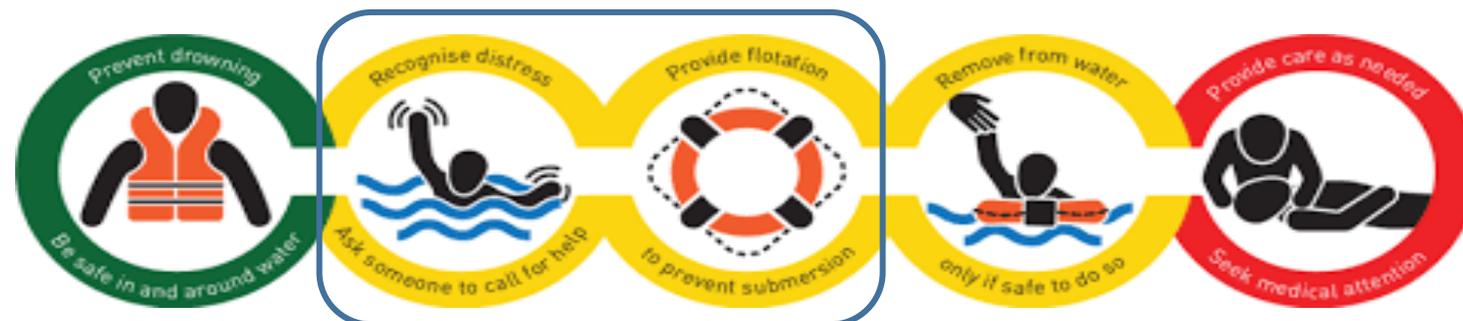
Apport de l'IA fondamental pour sécuriser le vol (trajectoire optimale) et la zone de dépose.



Back up

1. Prévenir l'arrêt cardio-respiratoire : interventions pour personnes noyées

Chaine de survie en cas de noyade



Szpilman et al. Resuscitation 2014



Vue du rivage



Vue d'un drone



1.1. Trouver la victime avec un drone vidéo + un algo de reconnaissance d'image



Même équipe, même plage.

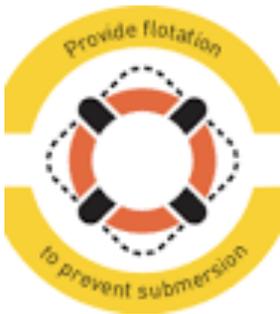
393 photos pour apprentissage de l'algorithme.

Puis testés avec 100 photos prise par drone avec noyé, et 100 photos prise sans noyés.

Apprentissage en 1h, pour 17€.

Sensibilité : 91 % (84-96)

Spécificité : 90 % (82-95)

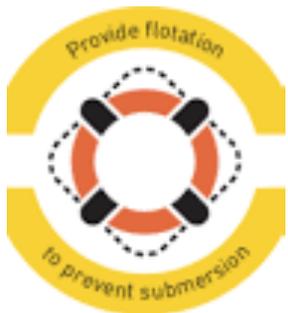


1.2. Empêcher la noyade

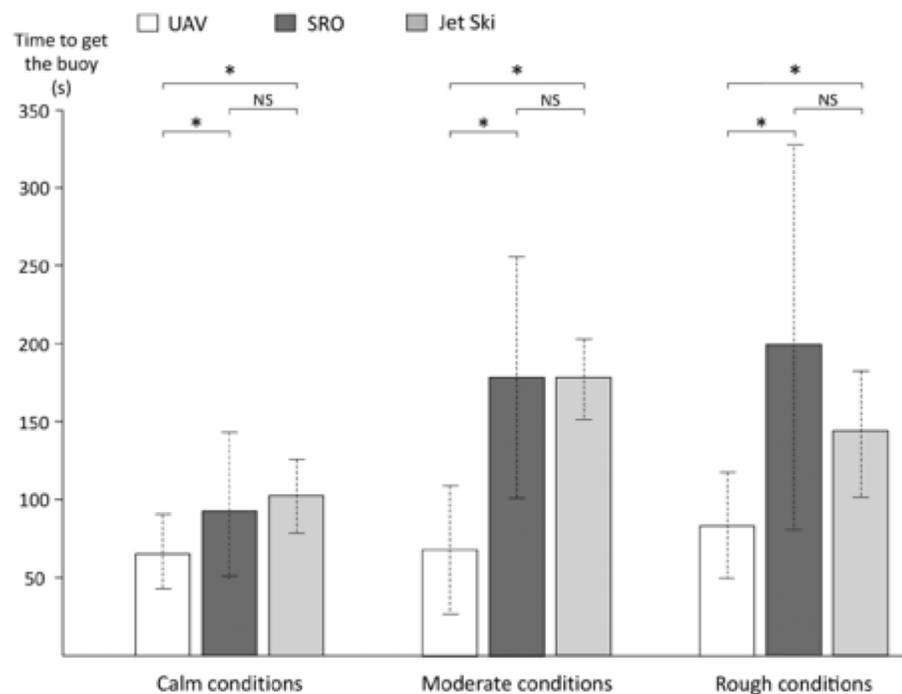


Seguin et al. Resuscitation 2018

Envoi d'un drone
porteur d'une bouée
+
système de largage



1.2. Empêcher la noyade



Seguin et al. Resuscitation 2018

Envoi d'un drone porteur d'une bouée + système de largage

Drone systématiquement plus rapide, en toutes conditions.

Délai de découverte de la victime + largage constant en toutes conditions météo.



1.1. Trouver la victime avec un drone vidéo



Claesson et al. Resuscitation 2017

Test de l'envoi de drone-vidéo pour identifier les victimes de noyade :

*Mannequin sous 1m d'eau
80% des victimes sont dans la zone des 50 mètres;
14 sauveteurs partent de 20 mètres au sec, marchent en ligne jusqu'à avoir de l'eau aux épaules puis font demi tour*

Vs

Retour vidéo du drone lu par un opérateur

Drones cherchent sur 10x plus de surface

Drones trouvent 10x plus vite

Drone utilise 4x moins de sauveteurs



2.2. Livraison de DSA par drone : simulations pour tester son intérêt théorique

Un site pour simuler l'envoi de drones en fonction de paramètres opérationnels et techniques (BMU/BSPP + Bayes Impact)

VIDEO DU SITE

2. Prendre en charge les arrêts cardio-respiratoires : drone+DSA



Chan, NEJM 2008

La **rapidité** de la défibrillation est corrélée à la survie ;

Le nombre de patients qui fibrillent diminue avec le **temps** ;

Une fibrillation **vieillie** est moins à même d'être réduite par un choc ;

Les secours se présentent en moyenne en 8 minutes à Paris

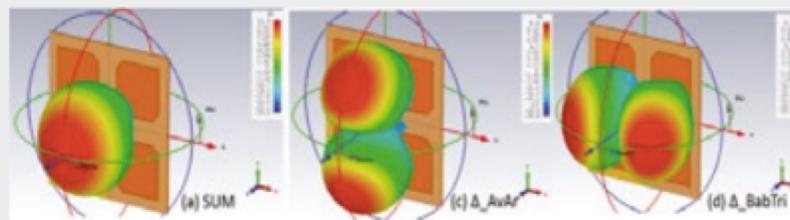
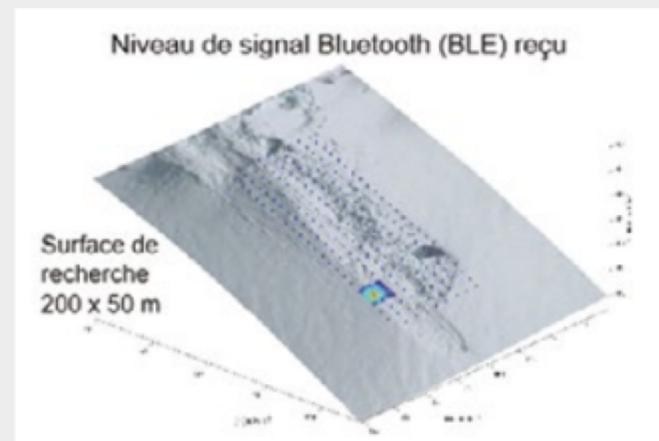
→ Il faut qu'un défibrillateur arrive plus rapidement sur intervention

1.3. Autres opérations pour détection de victimes

Avalanche rescue scenario ↓



Localization time simulation
with Bluetooth technology ↓

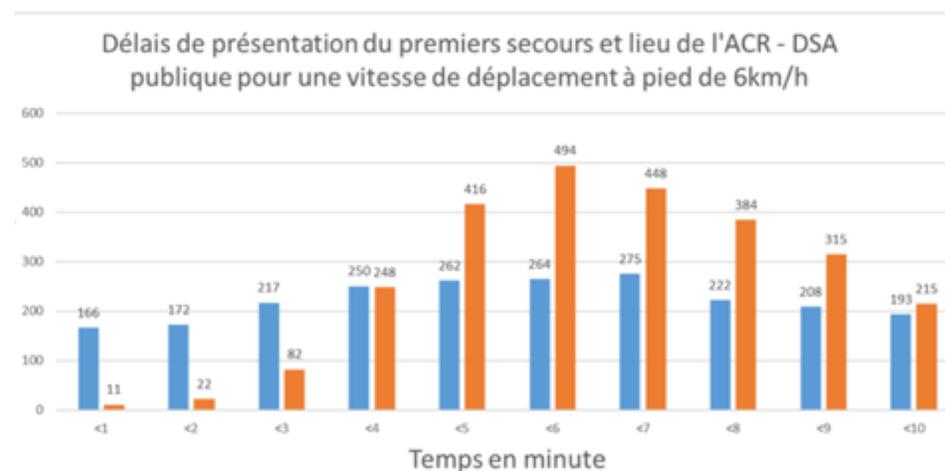
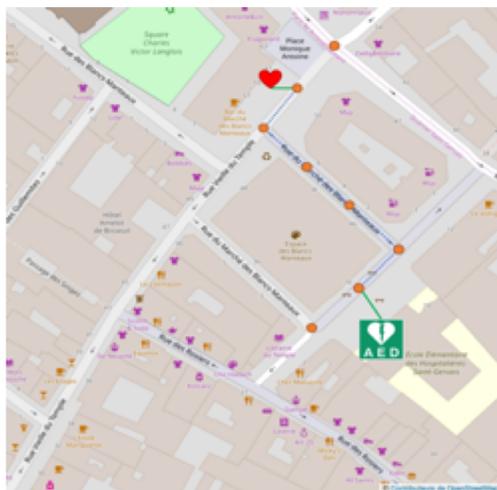


Radiating antenna diagram simulation ↑

2.1. Intérêt du drone

Taux de survie de 70% quand il y a un DSA sur site avant les secours. (Zijlstra, BMJ Heart 2018)

Dans le scénario le plus favorable : DSA public directement accessible 24/24



25% des ACR se trouvent à moins de 400m aller/retour d'un DSAP

Pour 42% des ACR un DSA public aurait pu être utilisé avant l'arrivée du VSAV



2.3. Livraison de DSA par drone : tests opérationnels

Phase 1 de test au S2 2022

- Le développement des capacités de livraison est pris en charge par l'entreprise ;
- Une première phase d'essais au dessus de la Seine qui permettra de tester la navigation autonome, d'en déterminer les limites et de valider le système d'identification de victimes et de largage de bouées ;
- Une seconde phase d'essais au dessus et aux abords immédiats de la Seine pour valider le survol de zone terrestre et la recherche de point de dépose.



Conclusion

IA nécessaire pour :

- Fiabiliser la détection des victimes
- Fiabiliser les zones de largage du matériel (bouée ou DSA)
- Sécuriser la trajectoire
 - Minimiser le survol de zones denses
 - Gérer le risque aérien

Autres perspectives :

Transport de sang, autre type de matériel en situation d'exception (garrots), *retour vidéo sur feux complexes*