

ETH *Shaping the future*

Drones

Le nouveau danger aérien

Prof. Dr. Roland Siegwart
www.asl.ethz.ch

spik 
SWISS POLICE ICT

Festhalle Bern, 17.03.2026

Drones - du quadricoptère au vol continu

- 2004 - OS4 (ASL EPFL)
 - 70 cm, 650 g
 - pioneering quadrotors



| the VTOL UAV (hybrid)



<https://www.youtube.com/watch?v=QADvPDWtgFU>



| 81 hours non-stop in summer 2015
 | 5.64 m, 6.2 kg

https://www.youtube.com/watch?v=8m4_NpTQn0E

https://www.youtube.com/watch?v=wyS6W1t_ryQ



Drones – très dynamiques

2009

- Vols très dynamiques et acrobatiques !
 - Contrôle drones avec la plus grande précision
 - *Prof. Raff D'Andrea – ETH*



2021

- Course autonome de drones
 - Apprendre à voler plus vite que les humains
 - *Prof. Davide Scaramuzza, Uni Zurich*



Nouvelle génération de drones - omnidirectionnels et interactifs

- Objectif:
 - Orientation et direction de vol librement sélectionnables
 - Interaction contrôlée par la force avec l'environnement



https://www.youtube.com/watch?v=9FJn_t-YCwM



(external state estimation)

Push-and-Slide Along a Flat Surface (Section V-C)

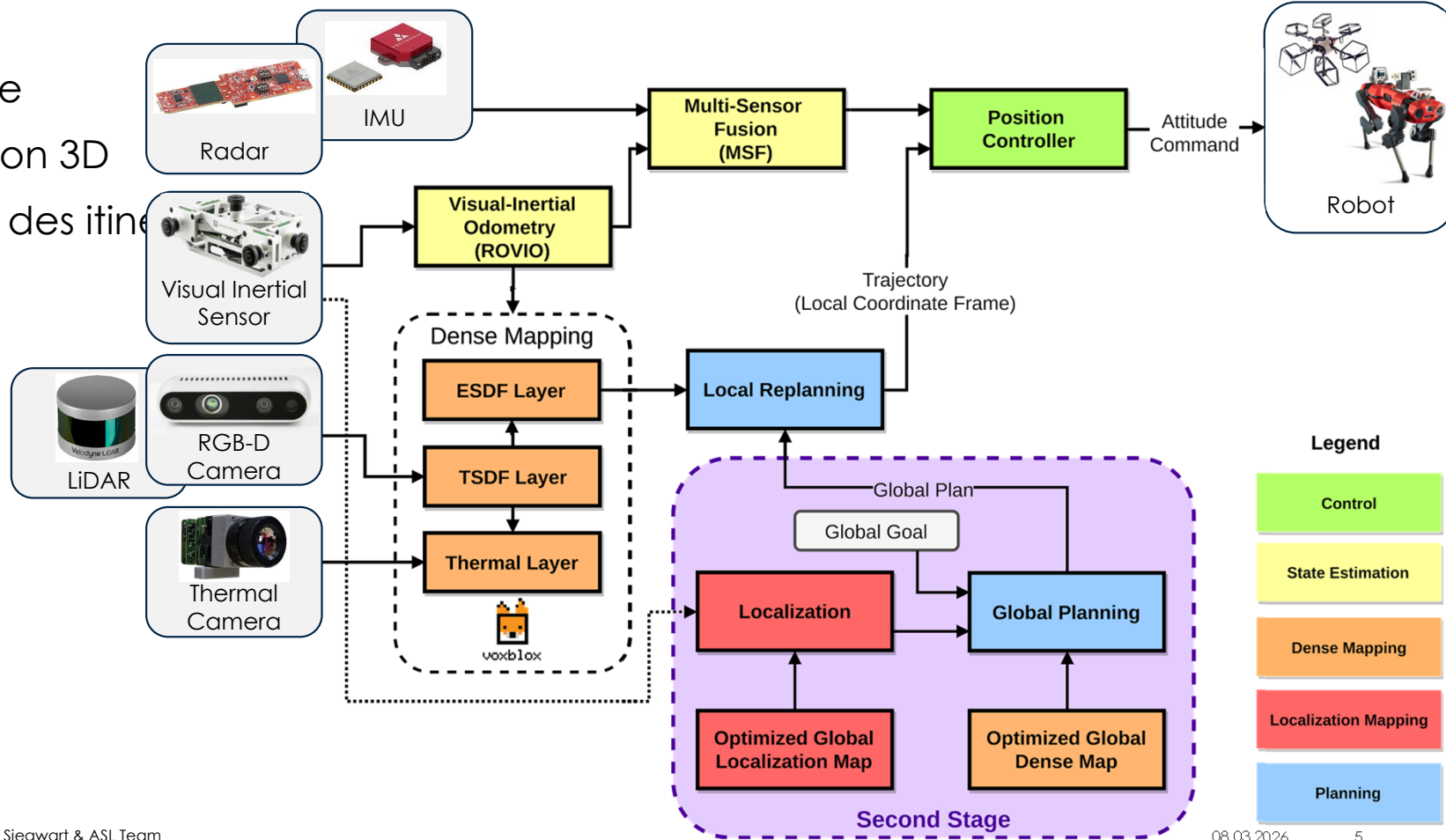
- Reject disturbances from friction forces
- Accurately and repeatably draw a pattern (3 trials)



Navigation autonome

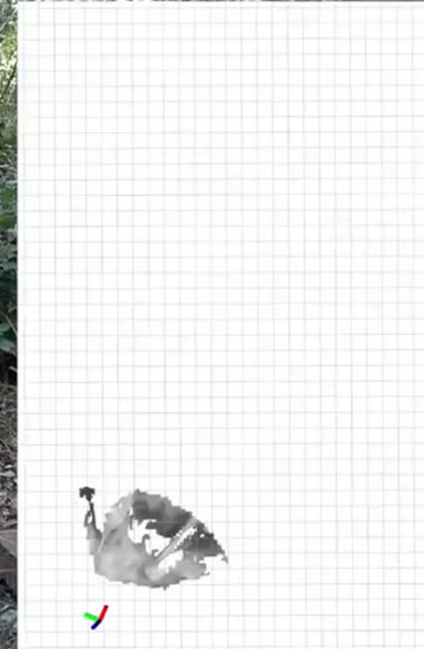
| Perception, cartographie et planification de trajets

- Localisation
- Cartographie
- Reconstruction 3D
- Planification des itinéraires
- Mouvement Contrôlé



Navigation autonome

| Vol dans des environnements complexes et inconnus



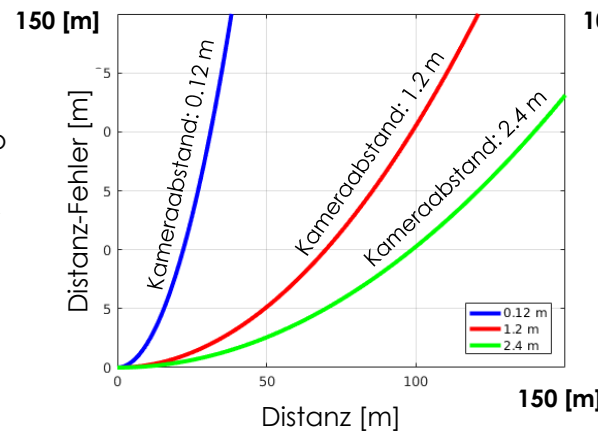
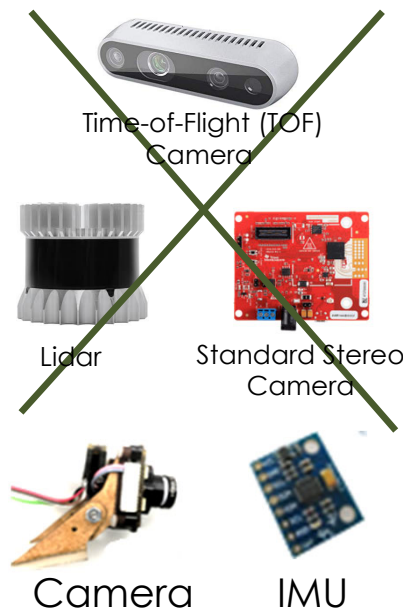
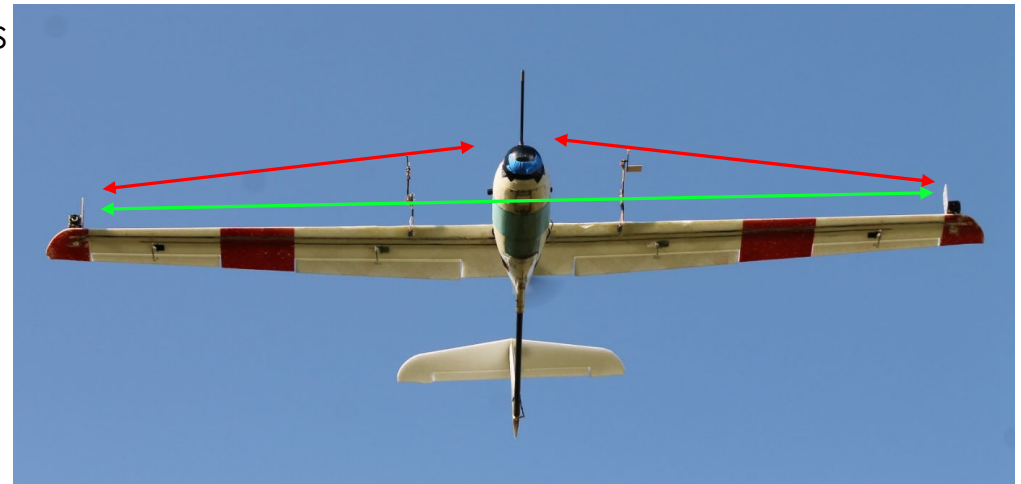
<https://www.youtube.com/watch?v=rAJwD2kr7c0>

Cartographie 3D

Reconstruction 3D avec caméra et IMU (Inertial Measurement Unit)

Perception 3D de l'environnement sur les drones

- Charge utile très limitée
- Distance de caméra limitée aux petites
- plateformes :
- Plage de mesure limitée
- Résolution limitée



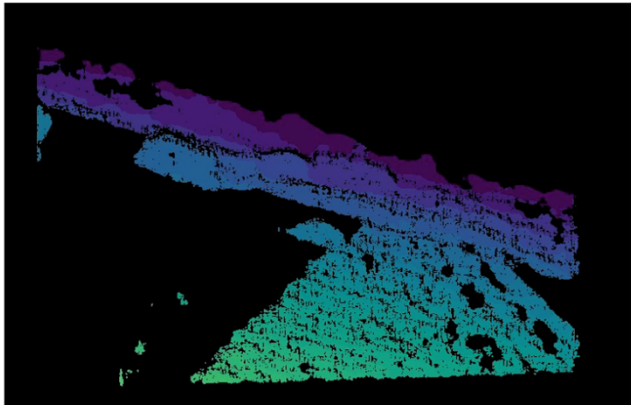
Cartographie 3D

| Reconstruction 3D avec caméra et IMU (Inertial Measurement Unit)

Left



Depth map



Right



Colmap (top down view)



Détection de mines terrestres

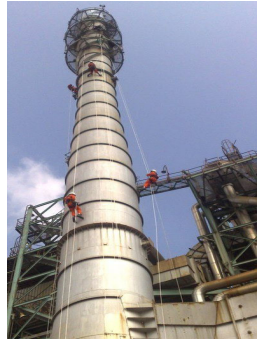
| Drone omnidirectionnel avec détecteur de métaux



wingtra - Cartographie 3D rapide et précise



VOLIRO V - Mesures de contact et intervention en hauteur



Drones - *D'un système de mesure et d'inspection précieux à une arme très efficace*

- Petite et peu coûteuse, grâce à la technologie des produits grand public
- Facile à produire
- Dans la guerre en Ukraine, les drones sont rapidement devenus une arme très efficace qui ne peut être arrêtée.



Drones – *Systèmes d'armes très efficaces, presque inarrêtables*

- Ils peuvent être utilisés en grande quantité, sont peu coûteux et très difficiles à détecter pour les systèmes radar actuels.
- Télécommande facile ou navigation GPS



Drones – presque inarrêtables

- **Filets**

- Très chronophage



- **Brouillage** (GPS et/ou signal de la télécommande)

- Interfère également avec d'autres systèmes



- **Solution**

- Télécommande via guide lumineux

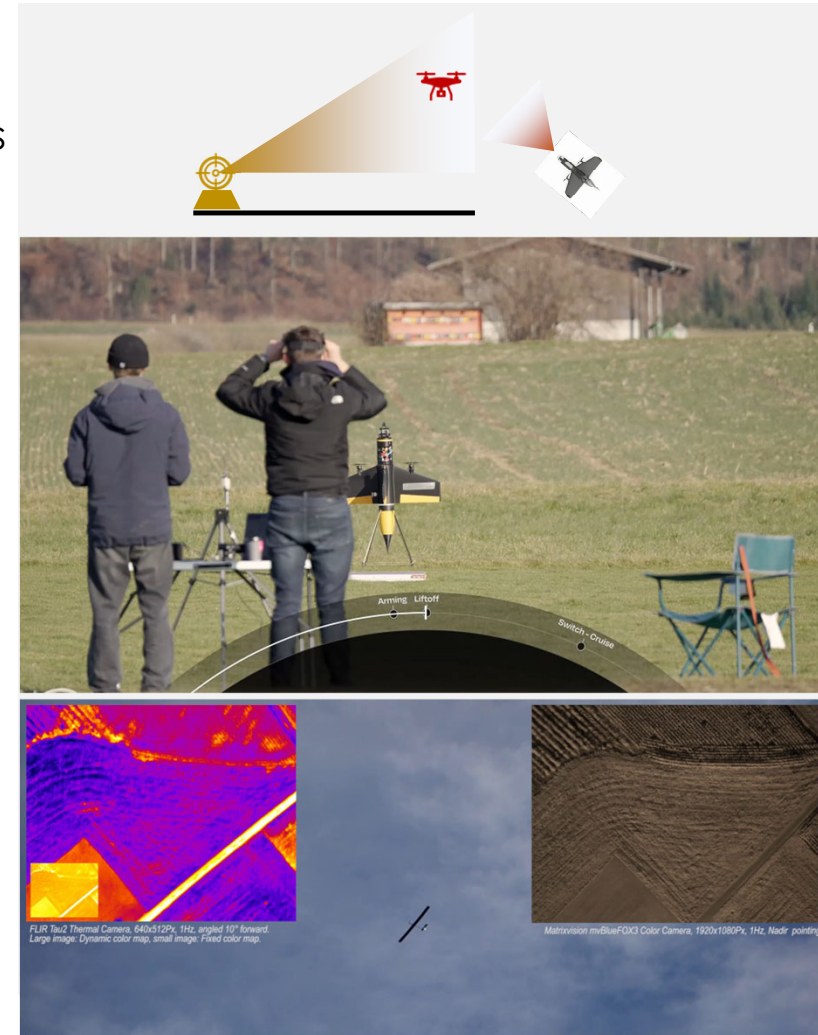


Drones – *Complexe de défense et pas encore résolu aujourd'hui*

- Difficile à détecter avec les systèmes radar actuels
- Très dynamique en vol à cause de sa petite masse
- Un grand nombre submerge les systèmes de défense
- Le coût par tir des systèmes de défense actuels dépasse largement celui des drones
- Environnement civil : Abattre avec un crash incontrôlé n'est pas une option !

Drones – la technologie nécessaire pour les arrêter

- Détection et suivi fiables avec des systèmes de capteurs
 - depuis le sol pour une capture et un lancement rapides
 - Sur les drones de suivi pour capturer ou arrêter par collision
 - Combinaison de **caméra, caméra thermique et radar**
- Drones de suivi rapides et très agiles
 - La structure est un facteur limitant majeur,
 - **Charger** $\propto m^{1/3}$
 - Le moment d'inertie limite l'accélération/l'agilité
 - **Accélération** $\propto m^{1/3}$
- Navigation aérienne précise sans GPS ni télécommande
 - Non perturbateur (Jamming)
 - **Navigation** basée sur des **cartes** et des **capteurs embarqués**



Startups de drones ETH & EPFL



sensefly.com/
aerial imaging drones for professional applications



veritystudios.com/
The magic of flying robots



aerotain.com/
blimp aerial entertainment



fotokite.com/
aerial filming made simple



flyability.com/
collision-tolerant flying robot



wingtra.com/
aerial imaging drones for professional application...



auterion.com/
software for drones



flybotix.com/
professional inspection drones



www.voliro.com
hand in the sky



<http://tinamu-labs.com>
Precise drone flight everywhere



<https://dronistics.epfl.ch/>
human-friendly drone delivery system



<https://suind.com>
AI-based safety-critical drone software

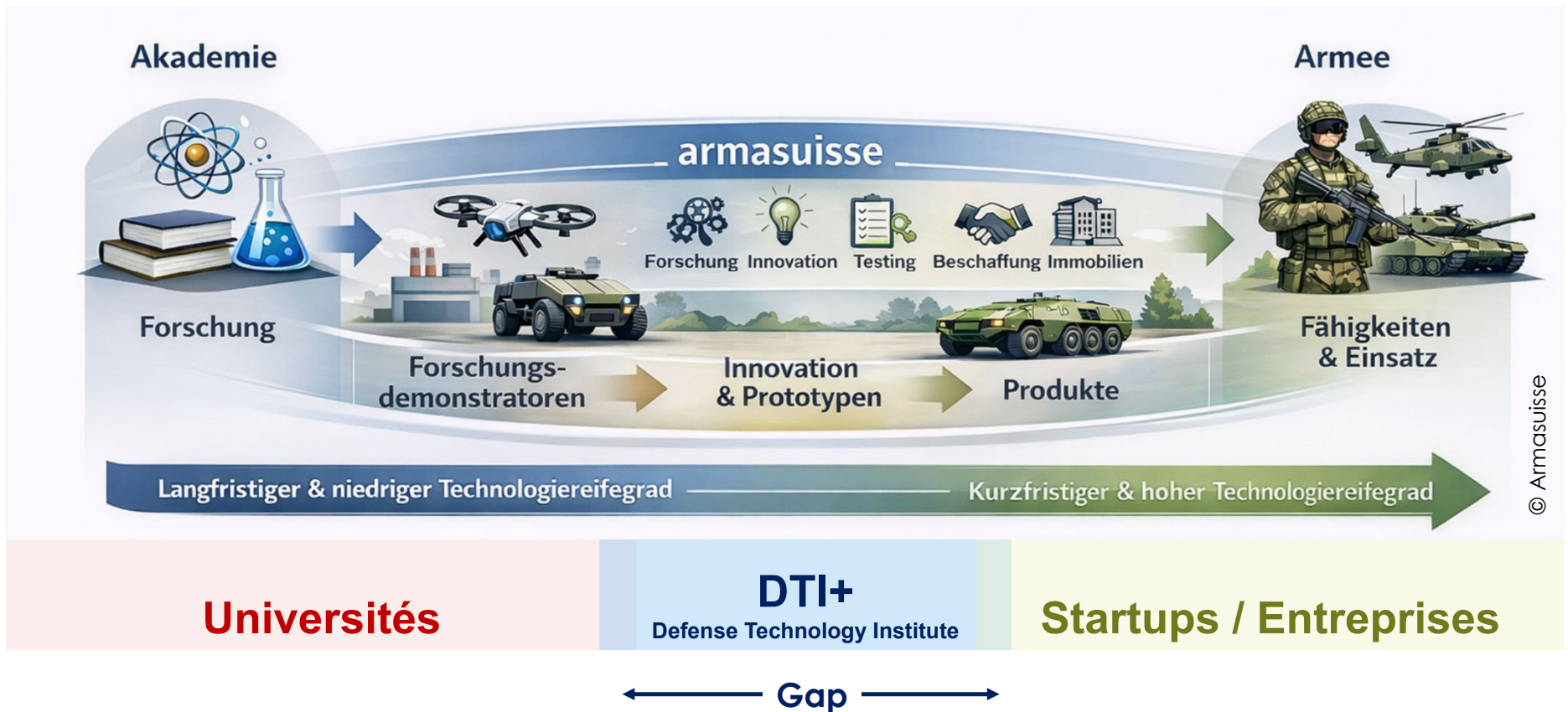


ETH zürich

Roland Siegwart & ASL Team



Coopération pour une défense nationale efficace



Message à retenir

- Au cours des deux dernières décennies, les drones sont passés de laboratoires de recherche à des marchés en pleine croissance
- Grâce à de grandes réalisations pionnières, la Suisse est devenue la **HOME OF DRONES**
- La technologie des drones est encore en développement rapide
 - Reconstruction 3D de l'environnement embarqué pour le vol autonome dans des environnements complexes
 - À bord « détecter et éviter » ou « détecter et suivre »
 - Interaction en vol avec l'environnement
 - Intégration sans faille des drones dans l'espace aérien public

