

Géolocalisation en conditions extrêmes

limites et possibilités de la navigation à l'estime à base de capteurs issus de l'électronique consumer

IGN, le 16 octobre 2014

david.vissiere@sysnav.fr

Sysnav : histoire et activités

Une technologie, des solutions, des équipements

WHAT WE DO

“ Sysnav développe pour ses clients des solutions de localisation et de navigation qui fonctionnent dans des environnements critiques, au delà des limites du GPS ”

SYSNAV
GOVERNMENT

SYSNAV
BUSINESS SOLUTIONS

SYSNAV
LAB

- Créée en 2008, Sysnav est une société française, leader européen du positionnement et de la localisation sans GPS et sans infrastructure
- Sysnav se développe en proposant des technologies à la pointe de la recherche à des clients clés qui contribuent à construire de nouveaux produits pour des marchés de valeur civils et militaires
- Bien que construisant des solutions durcies et de très haute précision pour des marchés exigeants, Sysnav s'est faite connaître en répondant aux besoins spécifiques de ses clients

Création **10/2008**

>10 brevets

1M€ de CA en
2011

> 5M€ investis en
R&D

Plus de 600,000
unités embarquent
aujourd'hui la
technologie de
navigation Sysnav

Nos atouts: innovations et excellence technique

La reconnaissance de nos innovations de rupture



Lauréat 2007 du prix de l'innovation de la DGA



Lauréat 2009 du concours de création d'entreprises innovantes du Ministère de la Recherche



Grand prix stage recherche 2007, 2010 & 2014 de l'École Polytechnique



Prix de la meilleure thèse ParisTech 2009



Prix des Ingénieurs de l'année

Elu Ingénieur de l'année 2010 par l'Usine Nouvelle, Industrie&Technologies, le CNISF



Elu en 2014 parmi les 10 entrepreneurs français <35 ans les plus prometteurs et les plus impactants par la MIT Technology Review

Nos partenaires privilégiés

Ils nous font confiance



Nos origines

La navigation haute performance au profit du Ministère de la Défense



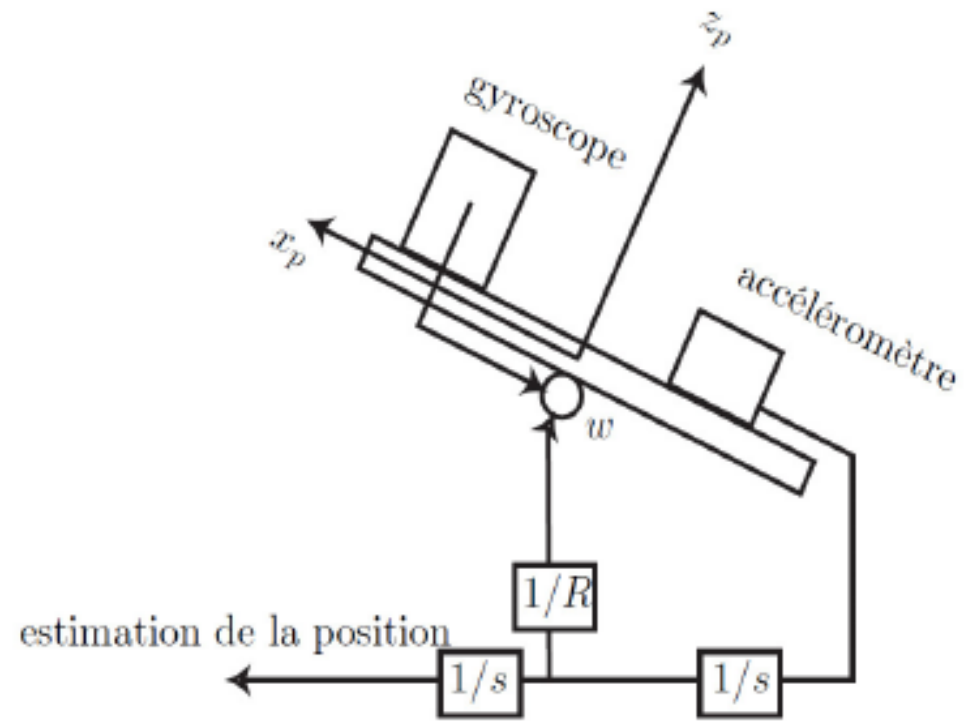
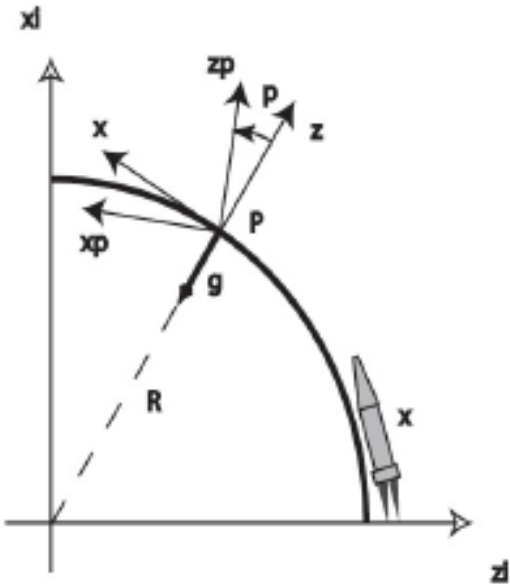
Inertie: Système haute performance Rafale, Porte-avion Charles-de-Gaulle

Finalité classique: Guidage/pilotage d'engin

SYSNAV est une Spin-Off du Ministère de la Défense et de MINESParisTech en navigation inertielle.

Savoir faire, expertise du LRBA

Navigation inertielle haute-performance



Document SYSNAV. Reproduction et divulgation interdites. SYSNAV, Navigation Solutions contact@sysnav.fr

Notre marché: la navigation

La technologie GPS domine le marché

Le GPS

Système de géolocalisation
à partir de satellites



Piéton



Agriculture



Navigation GPS



Gestion de flottes



Navigation en mer

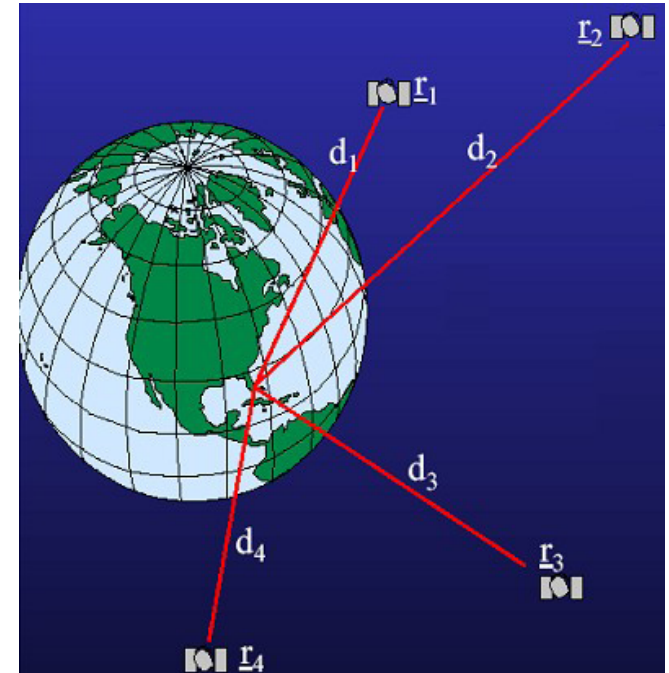


La technologie GPS est largement utilisée

La Navigation grand public

Localiser avec une infrastructure

- Localisation par signaux extérieurs: GPS, GSM, solutions largement diffusées
- Des faiblesses intrinsèques: signaux en visibilité directe, précision et disponibilité non garanties
- Alternative historique pour la dissuasion: la navigation inertielle.
 - Non compatible des applications légères
 - Non compatible des applications grand public



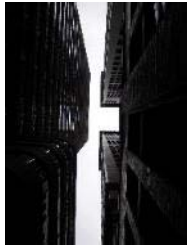
Document SYSNAV. Reproduction et divulgation interdites. SYSNAV, Navigation Solutions contact@sysnav.fr

Les limitations du GPS

Disponibilité et sécurité insuffisantes

Le GPS ne permet pas de couvrir tous les besoins de géolocalisation :

1. La disponibilité



Masquage



Tunnels



Parking

2. La sécurité



Brouillage



Leurrage

Quelques exemples de besoins

Avions au sol



Taxiway

- 100% disponibilité
- Intégrité garanti

Engins miniers



Véhicules miniers sous terre

- Disponibilité sous terre
- Degré de précision

Véhicules blindés



Char Lourd

- Brouillage/Leurrage
- Disponibilité
- Intégrité

Locomotives



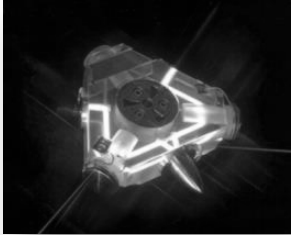
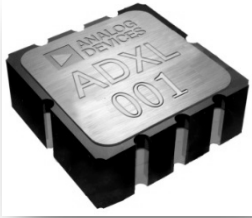




Train grande vitesse

- 100% disponibilité
- Intégrité garanti

Par nature, l'information de localisation du GPS n'est pas toujours disponible et elle n'est pas sûre

Capteurs inertiels MEMS

1 milliard de fois moins précis que les capteurs inertiels de navigation

		Depuis 2000	
Taille (mm)	300	10^{-1}	10
Poids (g)	30.000	10^{-3}	10
Prix (€)	100.000	10^{-4}	10
Conso. Elec. (mW)	30.000	10^{-3}	10
Performance (°/h de dérive)	0,001	10^{-5}	100
Applications	 	Wii™	 

La révolution MEMS apporte un gain évident de miniaturisation au détriment souvent de la performance obtenue

Enjeu: utiliser l'inertie bas coût

pour aller au-delà de la seule estimation imprécise d'orientation



- 3 accéléromètres
- 3 gyromètres
- 3 magnétomètres

- Capteurs inertiels MEMS: 1€ en grande série, 10 g, 1mw, 1mm
- Capteurs inertiels HP: 100k€, 30kg, 30w, 30cm
- Démocratisation liée au marché de l'électronique grand public et automobile (Wii, Airbag, Iphone)

Notre cible: navigation des applications légères



ARDrone @Parrot

Les algorithmes de navigation inertielle classique sont insuffisants

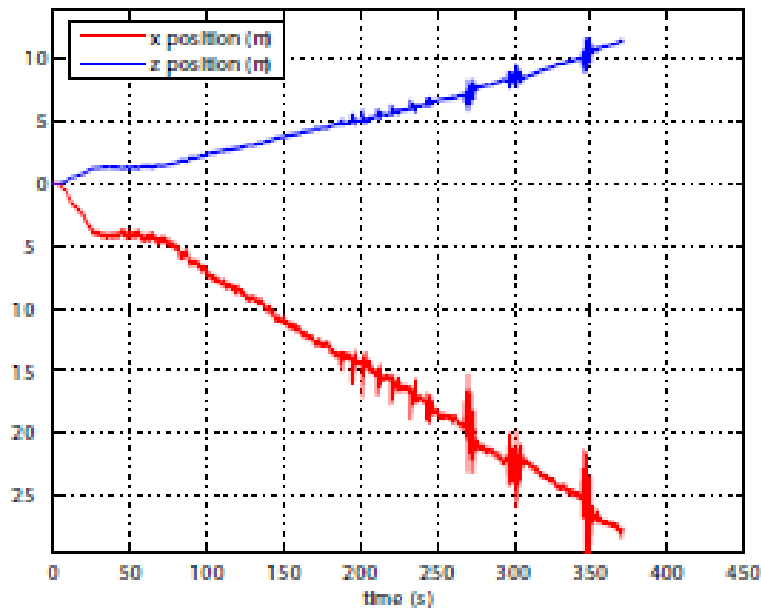
- Accéléromètres utilisés pour corriger les biais des gyroscopes
- La performance des gyroscopes insuffisante pour utiliser la rotation terrestre
- La position et la vitesse ne sont pas atteignables

Innovation SYSNAV: La navigation magnéto inertielle, accès direct à la vitesse, recalage précis des angles, estimation de la position

La navigation magnéto-inertielle Sysnav

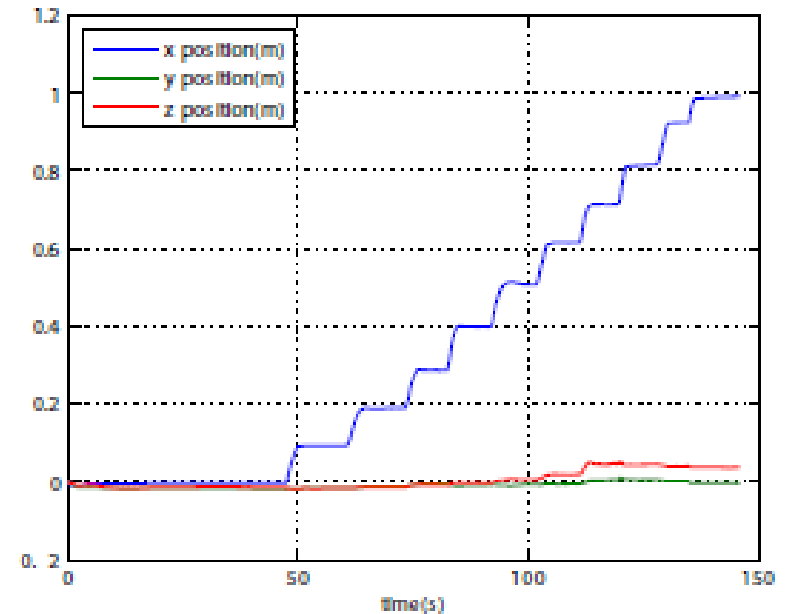
Innovation de rupture, 12 brevets

Inertie classique



Les vitesses estimées ne reviennent pas à zero.

Magnéto-inertiel



La vitesse estimée n'est pas biaisée

Navigation magnéto-inertielle

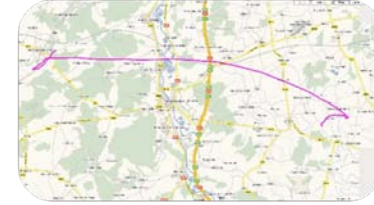
Principe physique



+

$$\begin{aligned} \operatorname{div} \vec{D} &= \rho \\ \operatorname{div} \vec{B} &= 0 \Rightarrow \vec{B} = \operatorname{rot} \vec{A} \\ \operatorname{rot} \vec{E} &= -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \Rightarrow \vec{E} = -\frac{\partial \vec{A}}{\partial t} - \operatorname{grad} V \\ \operatorname{rot} \vec{B} &= \mu_0 \vec{j} \end{aligned}$$

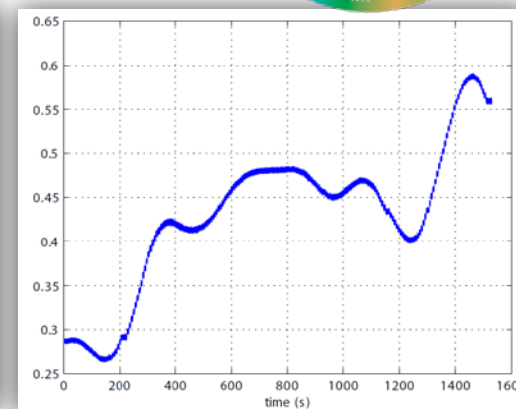
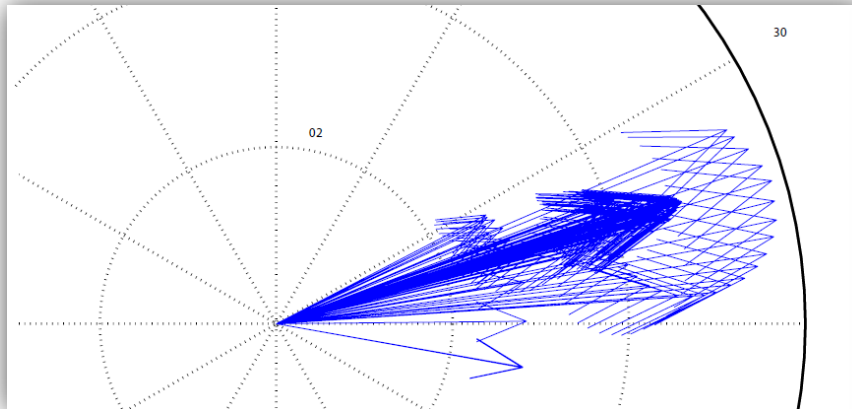
=



- Navigation à l'estime

- Accès à la vitesse en 3D
- Estimation précise des angles
- Estimation précise de position

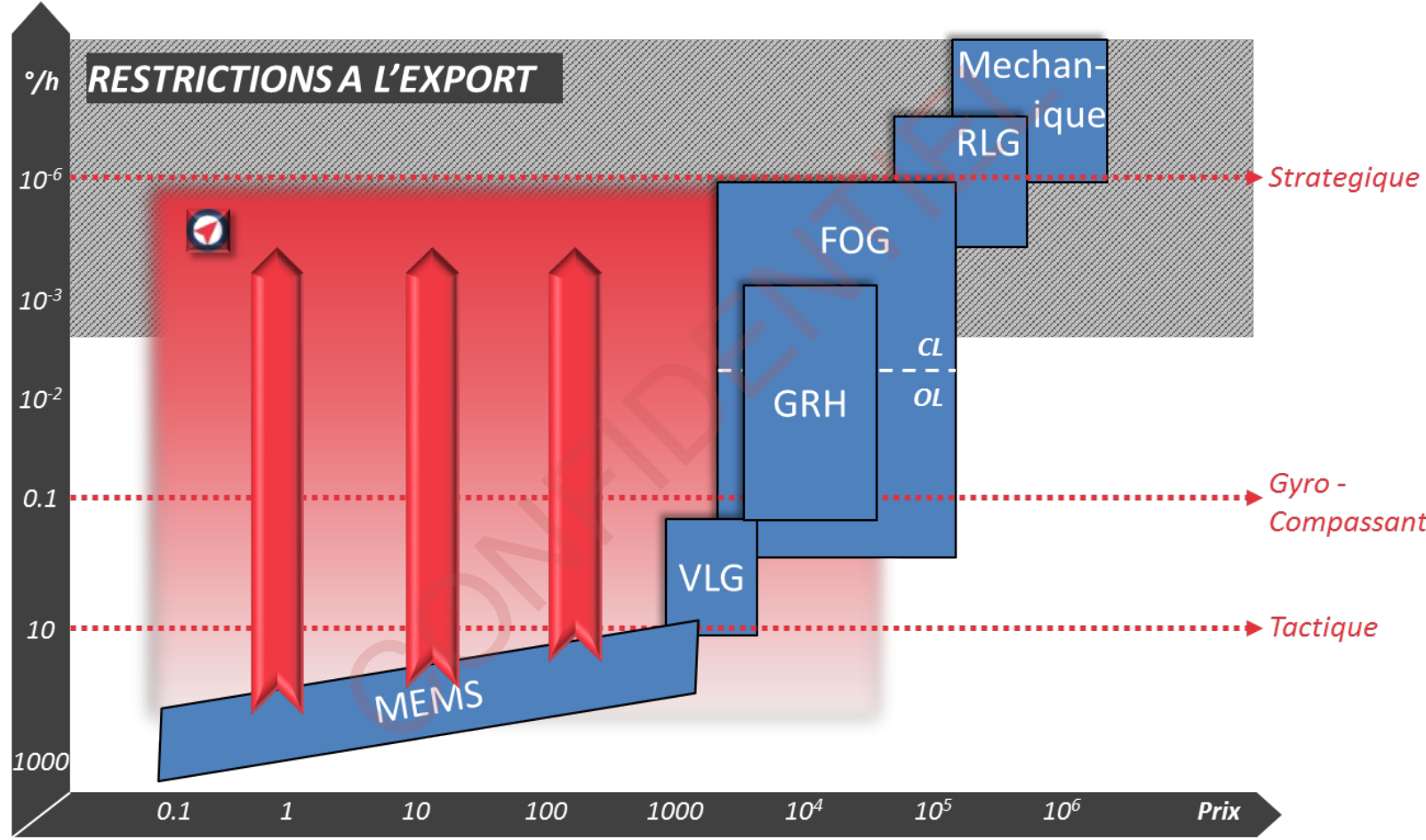
$$\dot{M} = -\Omega \times M + R \nabla^2 h R^T V$$



Localisation un véhicule

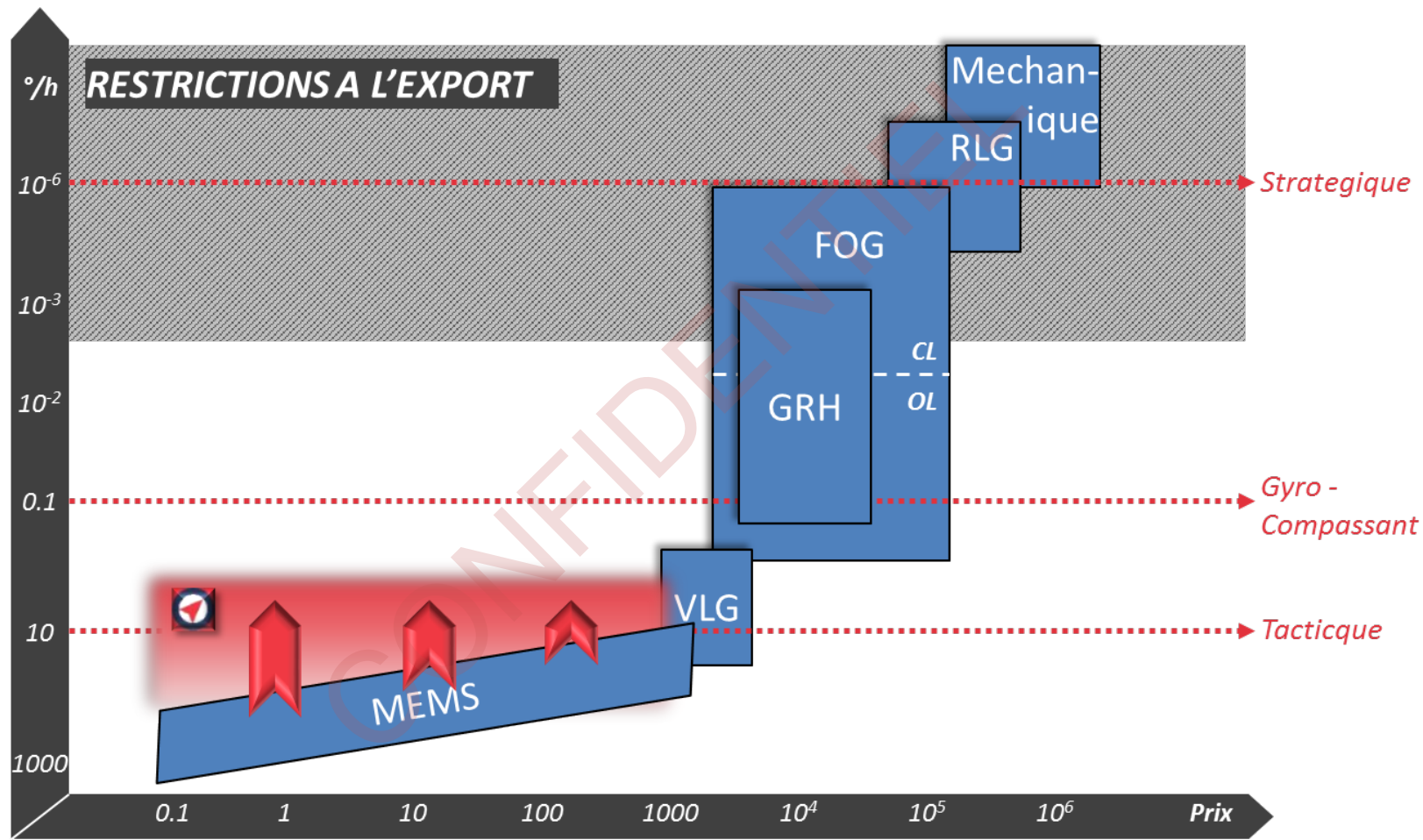
Géolocaliser avec une précision décimétrique en utilisant des MEMS

GÉOLOCALISATION SANS GPS



Estimer l'orientation d'un véhicule

Désigner avec une précision de l'ordre de 1° en utilisant des MEMS



Nos systèmes magnéto-inertiels

Localisation en conditions extrêmes



Cas d'usage: engin aérien en indoor

Le drone de Parrot évolue sans GPS

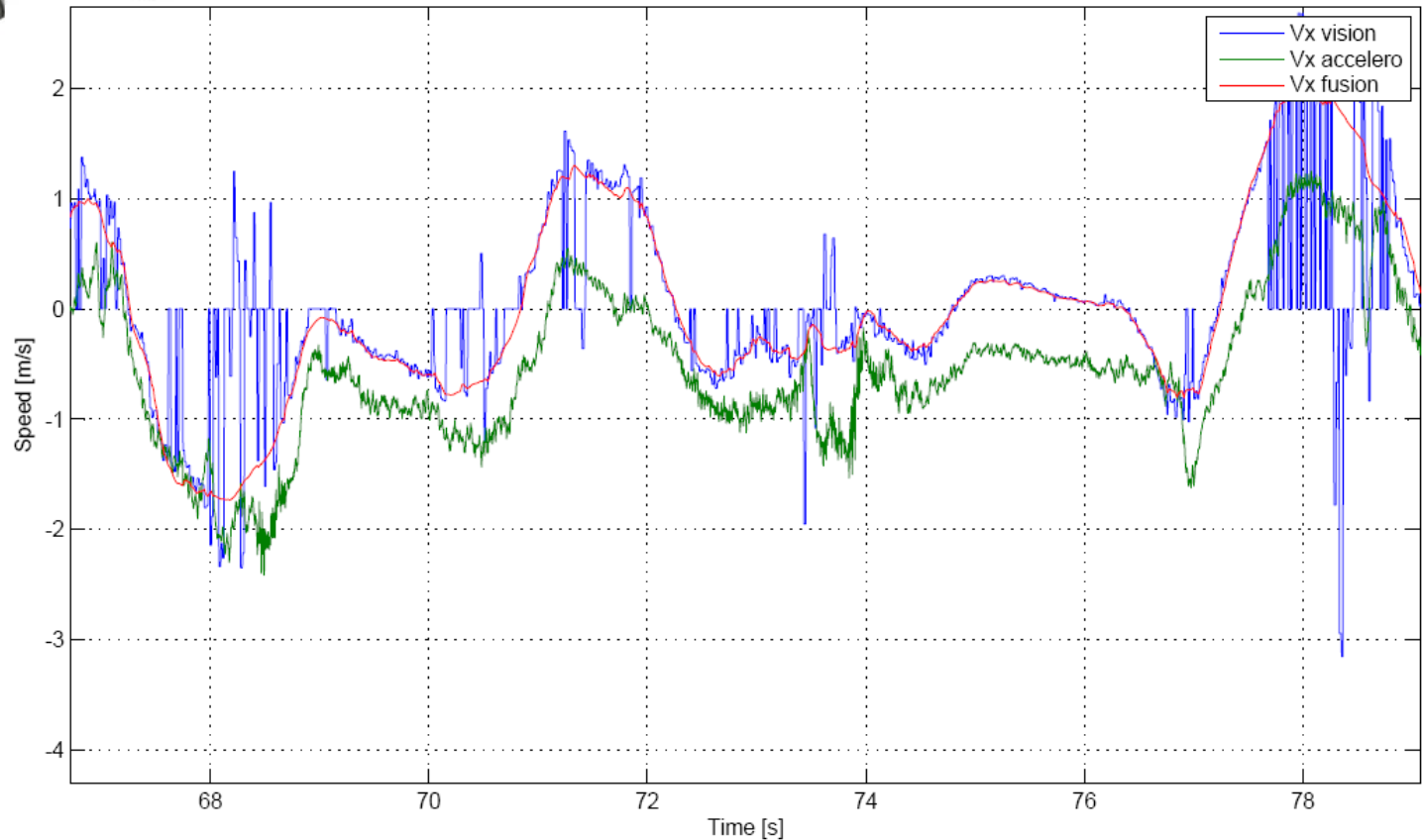


Point critique pour la survie de l'engin: le stopper dès le lâcher des commandes

Vitesse
caméra

Vitesse
fusionnée

Vitesse aéro
+inertie



Cas d'usage: localiser les véhicules

Les moyens technologiques connus



- ## Localisation
- GPS
- ## Transmission
- GSM



Les limitations connues

Le GPS est limité par son principe de réseau à infrastructure lointaine

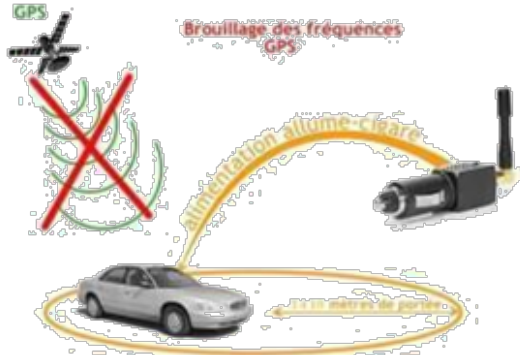
- Canyons urbains
- Parkings sous-terrains
- Tunnels



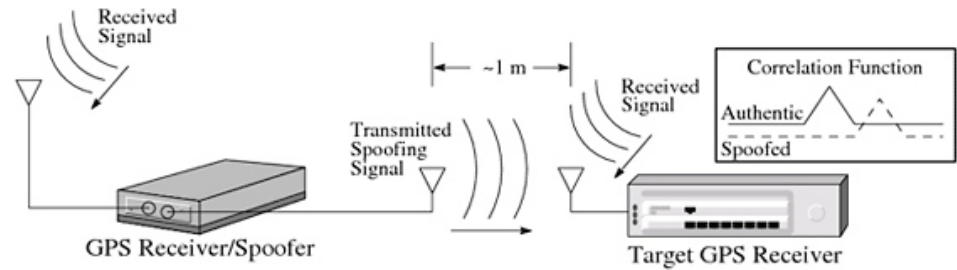
Les nouvelles limitations

Brouillage et leurrage

Jammer (<20€)



Spoofers (<200€)



All GPS bands Jammer!
Including GPS L1,L2,L3,L4,L5
All In One GPS Jammer!



Localisation Véhicule sans GPS

Solution Sysnav de navigation à l'estime



Jamming-insensitive tracking system

JINS[®]

Innovation for high-performance tracking

JINS is an exclusive system to record and reconstruct ground vehicles' trajectories based on magnetic-inertial technology developed for defense systems. JINS can record vehicle trajectories with unprecedented accuracy for up to 3 months in total autonomy and in any environment. In addition, it is insensitive to jamming, is undetectable, and operates without infrastructure (such as GPS, GSM, RFID).

INSENSITIVE TO JAMMING
UNDETECTABLE
ROBUST

A complete solution for intelligence

- Patented algorithms allow the JINS system to quickly and securely reconstruct the trajectory of a tracked vehicle for periods of up to 3 months. Trajectories of several hours are accurately reconstructed in minutes.
- The user interface is intuitive and allows an efficient exploitation of the trajectories. It displays a satellite view of the reconstructed trajectory and includes precise determination of the stopping times and locations.

Cas d'usage: localisation des forces d'intervention

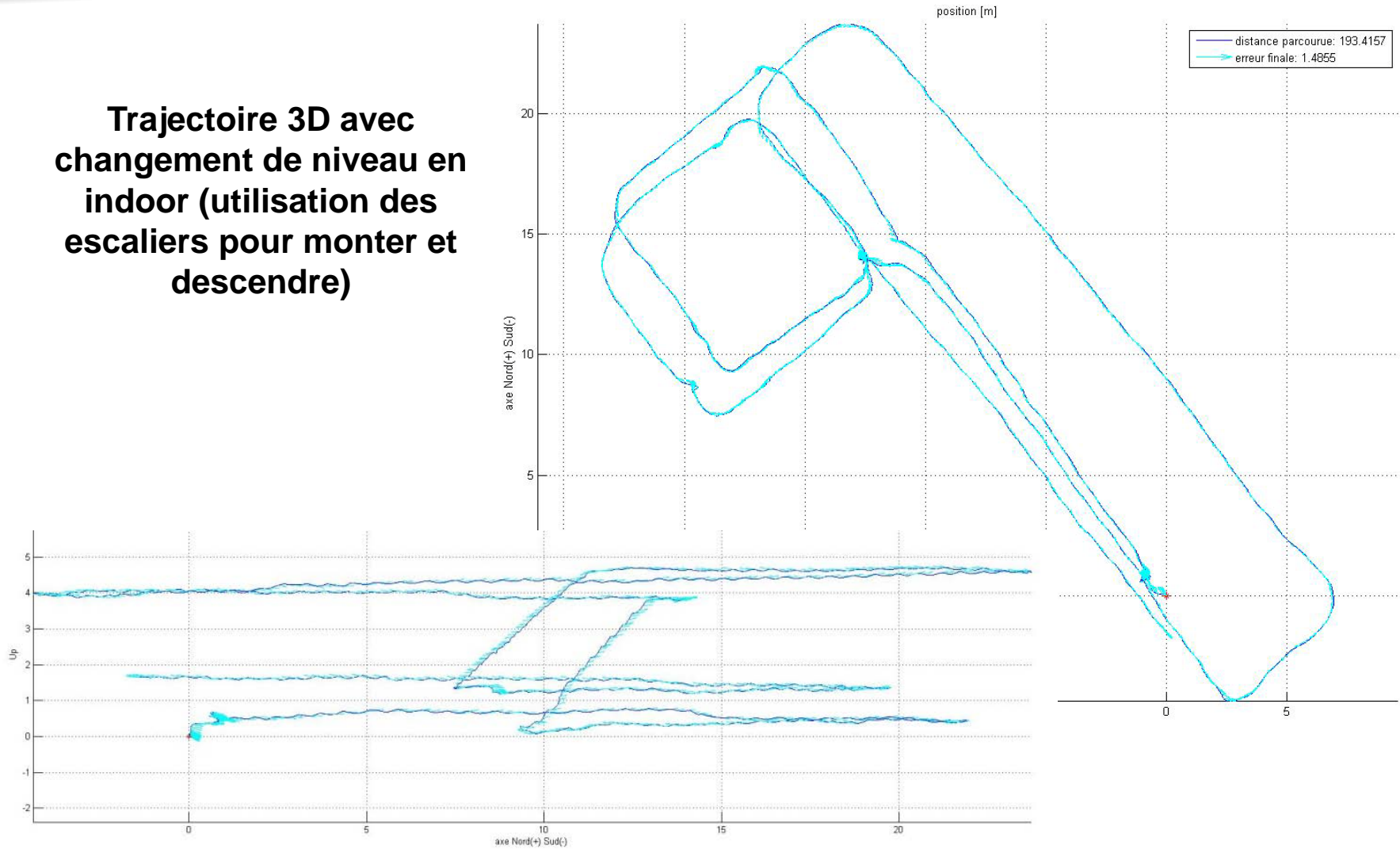
Le tachymètre magnéto-inertiel Sysnav



Essai avec changement de niveau

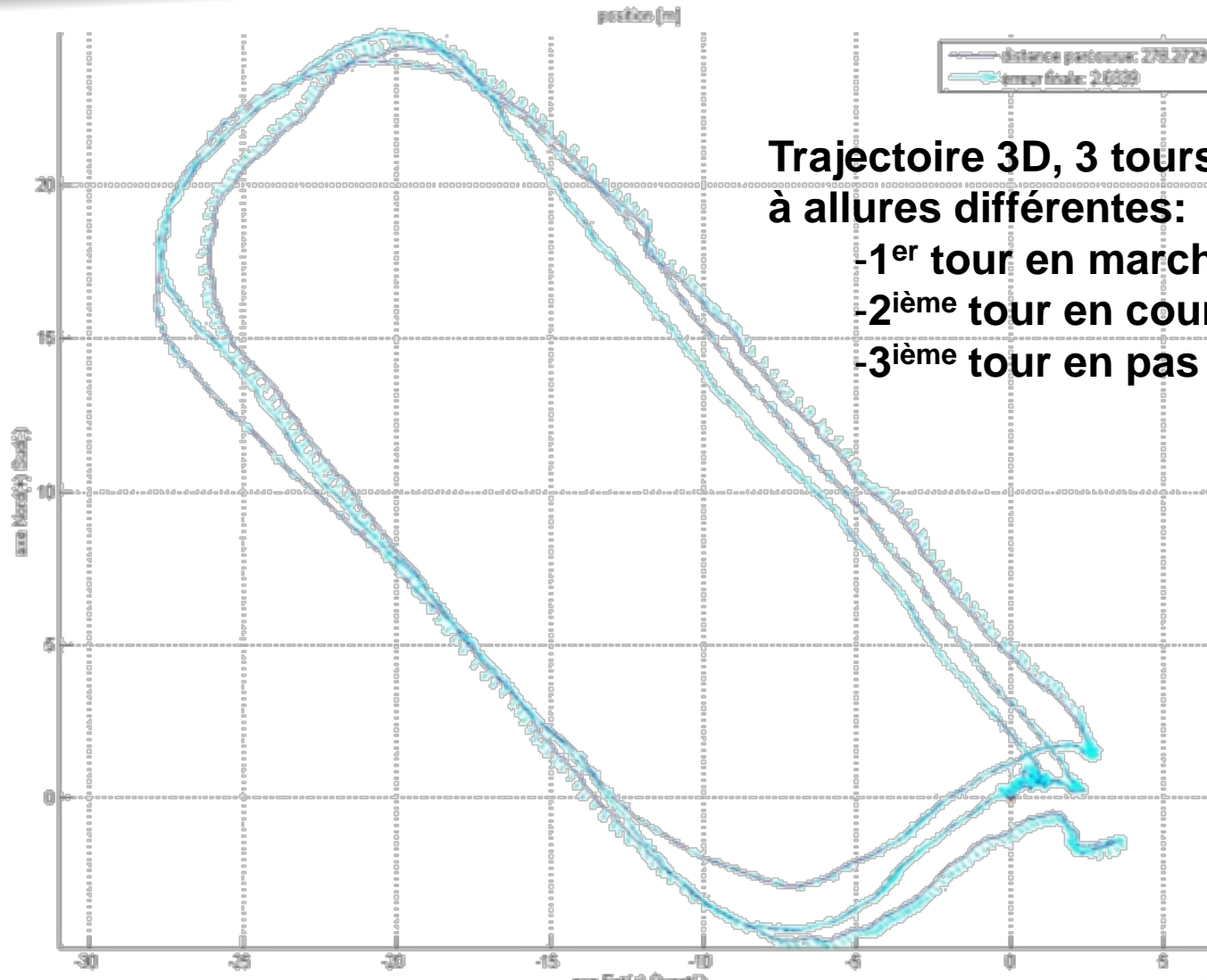
Passage d'un niveau à l'autre par deux escaliers distincts

**Trajectoire 3D avec
changement de niveau en
indoor (utilisation des
escaliers pour monter et
descendre)**



Influence du type de mouvement

Marche, course, pas chassés



**Trajectoire 3D, 3 tours identiques
à allures différentes:**

- 1^{er} tour en marchant**
- 2^{ème} tour en courant**
- 3^{ème} tour en pas chassés**