

# SCALP

## Contrôle de la Vitesse moyenne sur un parcours

-----  
Calcul de la distance  
par GPS embarqué





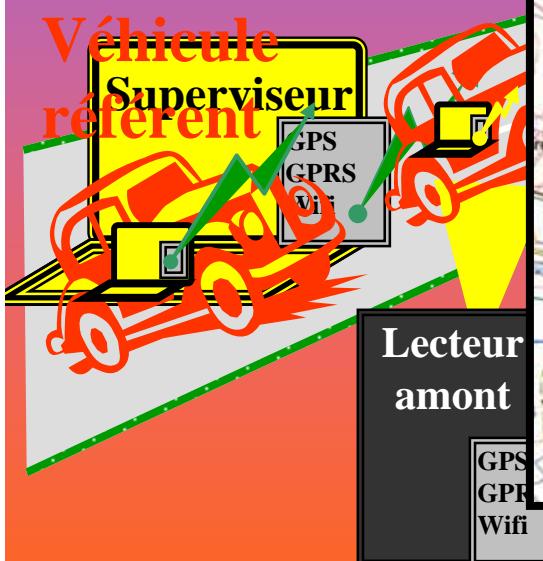
# Calcul de la distance

## Odomètre :

- Roulette à main dangereuse (et lente),
- Cartographie du parcours,
- Tour de roue à étalonner avant chaque mesure

Odomètre intégré basé sur le tracé GPS

# Principe de la mesure de distance





# SCALP – Mesure de la distance

- Procédure automatique « entre photos » avec tracé GPS
  - Possible pour poste fixe
  - Trop délicate pour déplaçable
- Procédure par pointage manuel (lecteurs et panneaux), avec tracé GPS
  - Pratique (attention au sens de visée des lecteurs)
- Procédure manuelle avec odomètre externe
  - Pas de tracé GPS

Autre ???

# Supervision : Etalonnage de l'itinéraire

**CONTROLE SANCTION AUTOMATIQUE VITESSE MOYENNE DEPLACABLE**

Reconnaissance de parcours

**GPS**

Démarrer  
Abandonner

**CAN (Manuel)**

Test bus CAN  
Lancer Mesure  
Arrêter Mesure

Afficher points GPS bruts    Afficher points GPS filtrés    Afficher points remarquables

Initialisation  
Détection en amont  
Détection en aval  
Distance mesurée : **en cours**  
Distance GPS Corrigée : **N.D.**  
Vitesse moyenne théorique

Distance parcourue : **0 m**  
Vitesse moyenne : **0 m**

Simu lecteur 1 | Simu lecteur 2

**Points GPS**

Heure	Latitude	Longitude	Altitude	Corr. Lat	Corr. Lon	Corr. Alt

**Boutons des marqueurs**

F2	F3	F4	F5	F6
130	110	90	70	50
F7	F8	F9	F10	F11
30	!	⚠️	⚠️	⚠️

Système CSA-VMD

Inactif

Superviseur

Batterie GPRS WIFI GPS

Lecteur 1

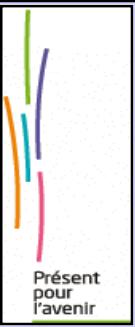
Connexion Canal utilisé : WIFI Positionnement : Non def. GPRS WIFI Batterie Caméra GPS

Lecteur 2

Connexion Canal utilisé : WIFI Positionnement : Non def. GPRS WIFI Batterie Caméra GPS

**CETE Méditerranée**

**DIGINEXT**



Présent  
pour  
l'avenir

# Constat de vitesse moyenne

effectué par CETE MED. LEMAITRE

SCALP

Le 14/10/2008 à 10h27

le véhicule immatriculé **7370WV84**

a parcouru le trajet défini ci-dessous en **04m02s170ms**

soit une moyenne de **74.81km/h**

supérieure de 3.78% à la vitesse moyenne maximale admissible



Le temps de parcours minimal compatible avec les prescriptions de vitesse sur l'itinéraire ci-contre est déterminé par les éléments suivants :

4.375km à 70km/h 03m45s012ms  
0.658km à 90km/h 26s300ms

Longueur de l'itinéraire : **5.033km**  
Temps de parcours minimal admissible : **04m11s312ms**

Vitesse moyenne maximale admissible : **72.09km/h**

Système non homologué

Photographie prise au point A :

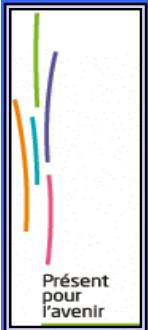


L'appareil de prise de vue C435\_01 a été homologué (test) le 10/12/2008 par CETE

Photographie prise au point B :



L'appareil de prise de vue C435\_02 a été homologué le XX/XX/XXXX par le service XXXX.



# SCALP – Mesure de la distance GPS/Kalman

## Fidélité

1400m environ :

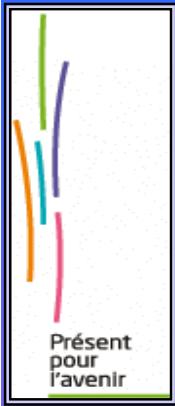
- 1408m ;
- 1418m ;
- 1414m

## Exactitude

1003m (à la roulette) :

- 1002,7m
- 1004,64m
- 1004,60m

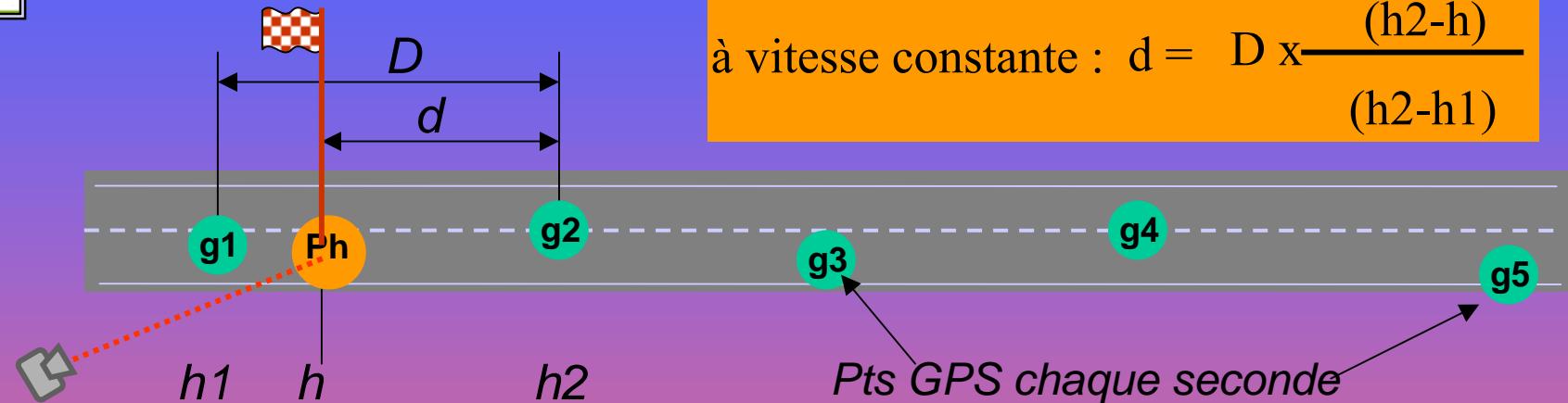
La mesure de distance à 1% n'est pas un problème



# Erreur aux extrémités

# Distance contrôlée

Présent pour l'avenir

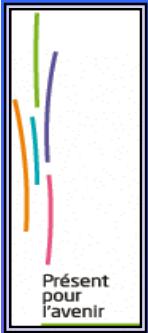


Erreur maximale = Erreur sur la distance g1-g2

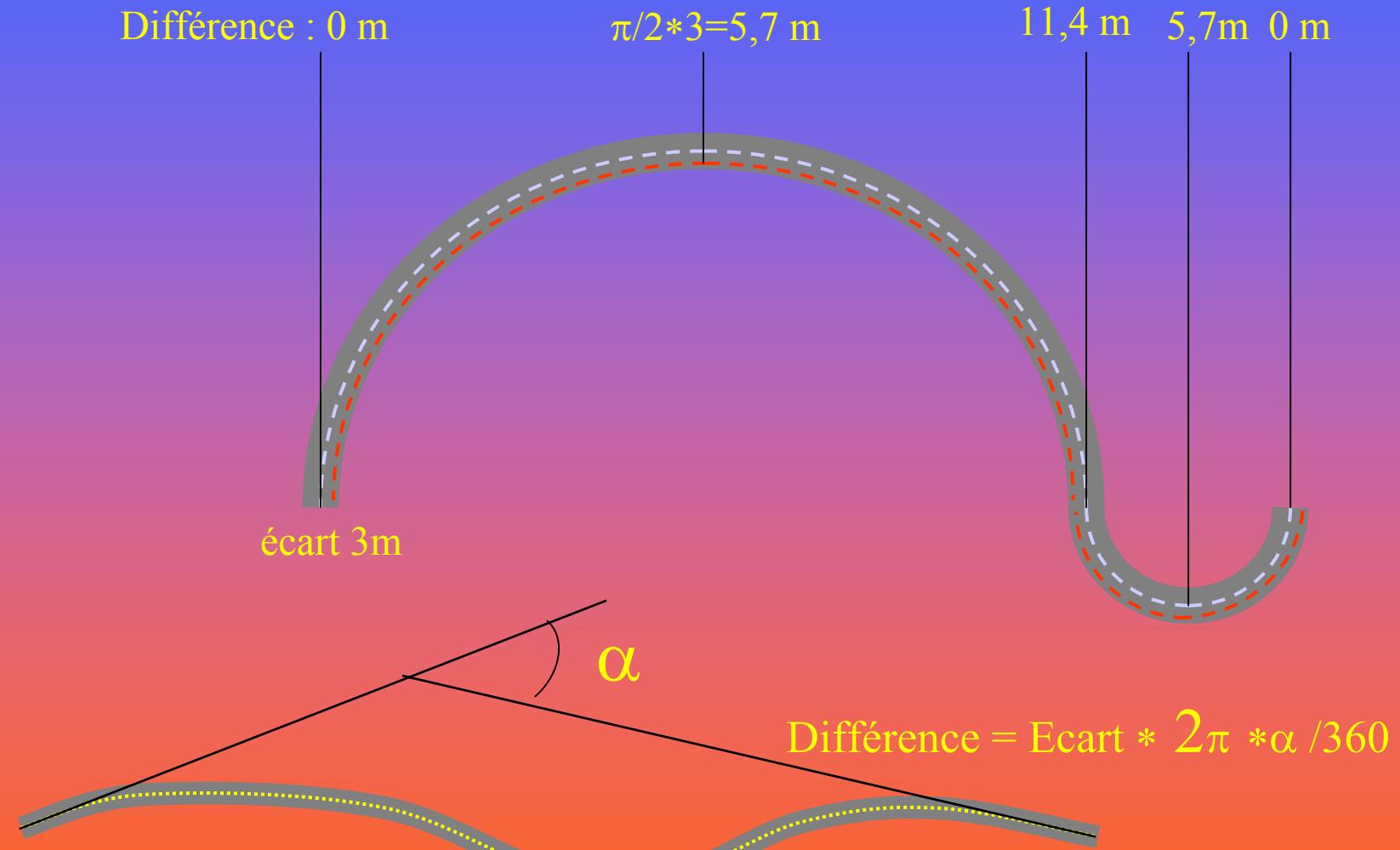
a priori négligeable si les horloges du sol et du véhicule sont synchrones.

## Horloges synchronisées

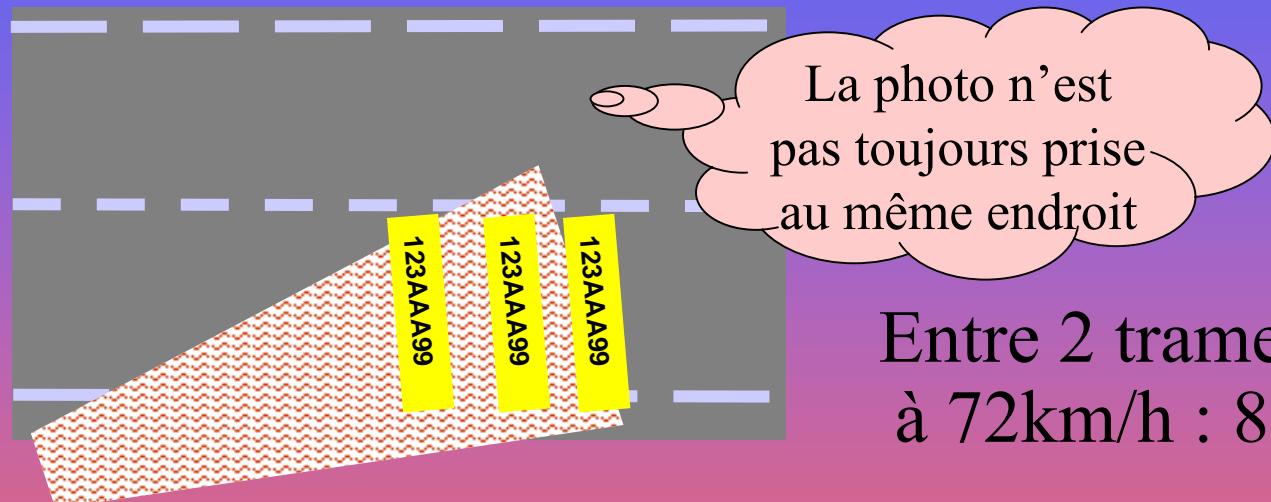
- Signal GPS : erreur <1ms
- Dérive horloge interne : <100ms



# Où mesurer le tracé ?

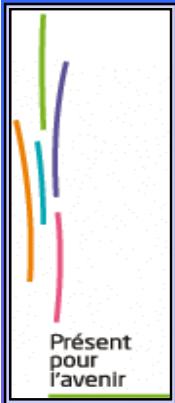


# Erreur due aux décalages de trames



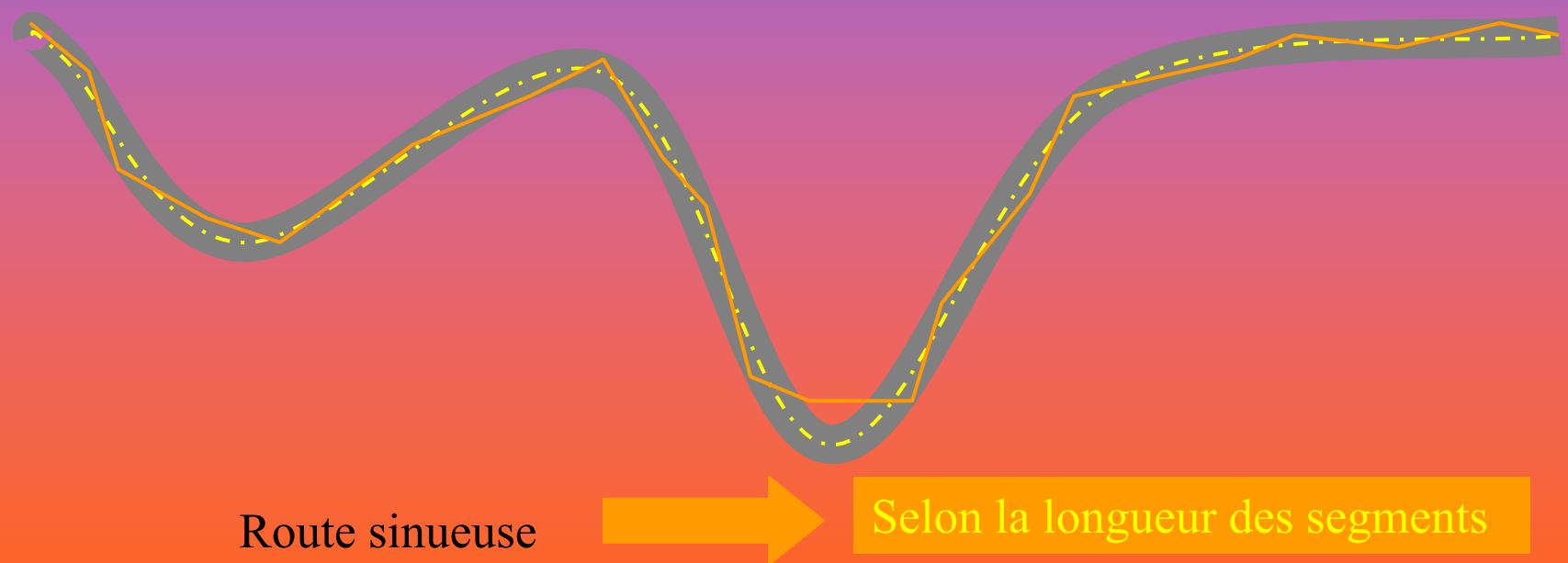
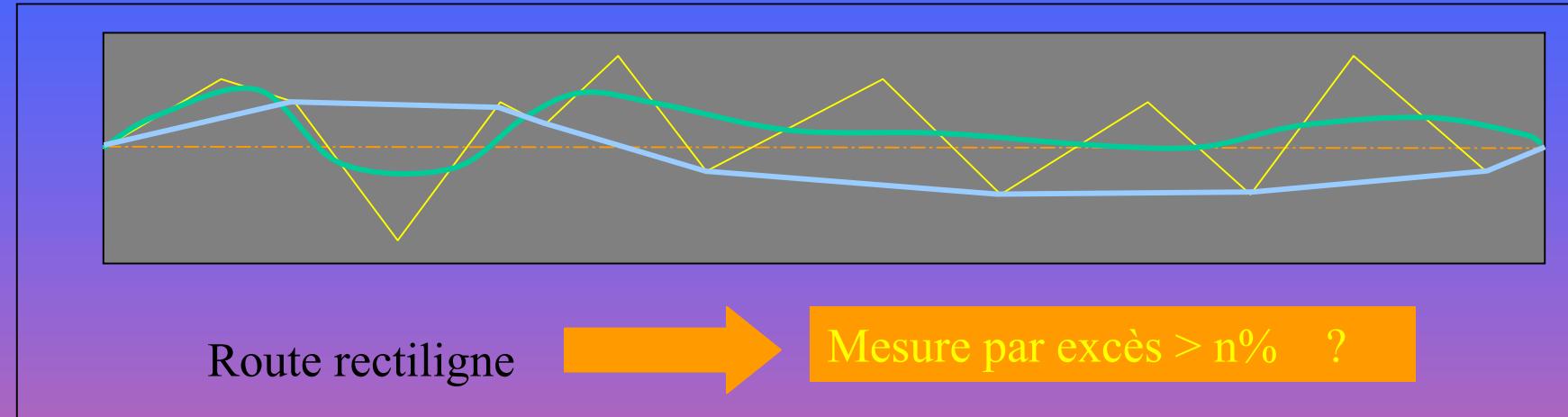
Erreur max sur la distance :

$$5 \text{ trames} * 80\text{cm} = 4\text{m}$$

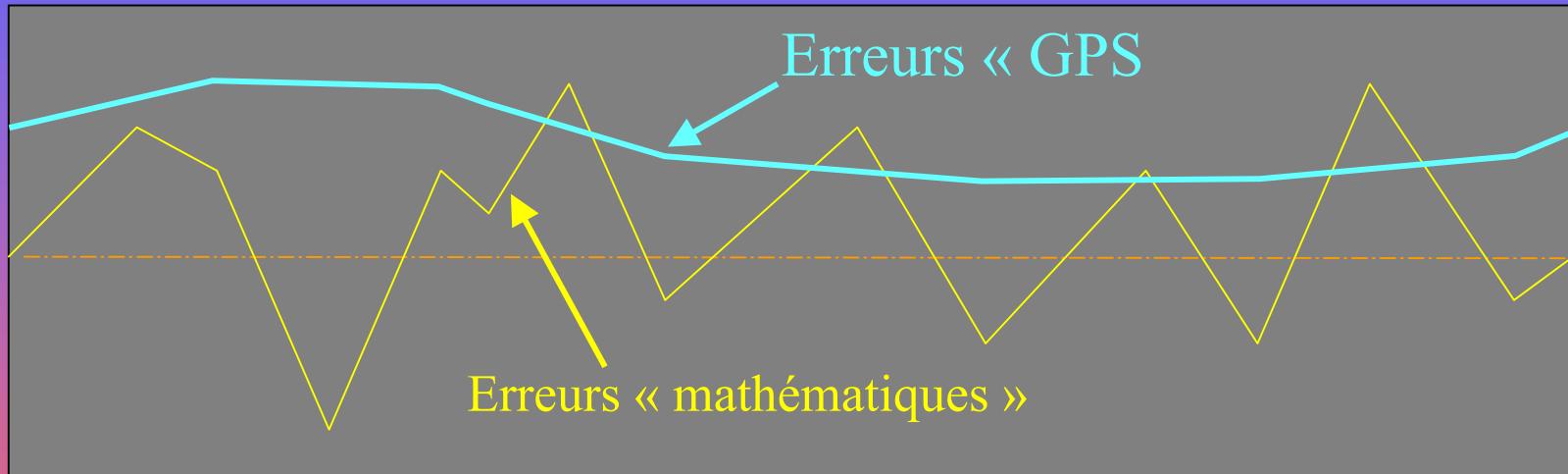


# Erreur sur le linéaire

# Filtrage / Lissage



# Constance de l'erreur GPS



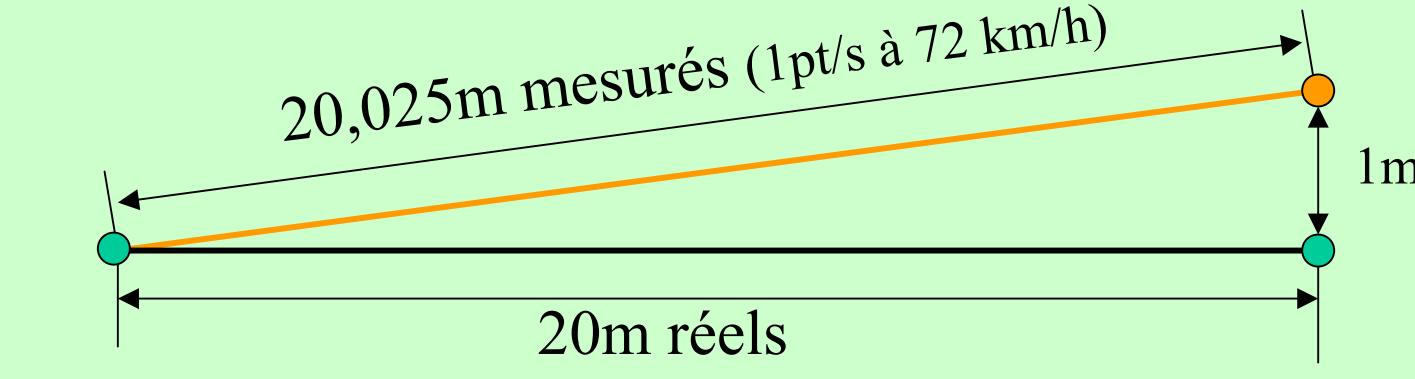
La mesure par excès est relative

# Zoom sur Montaiguet





# Erreur sur un segment



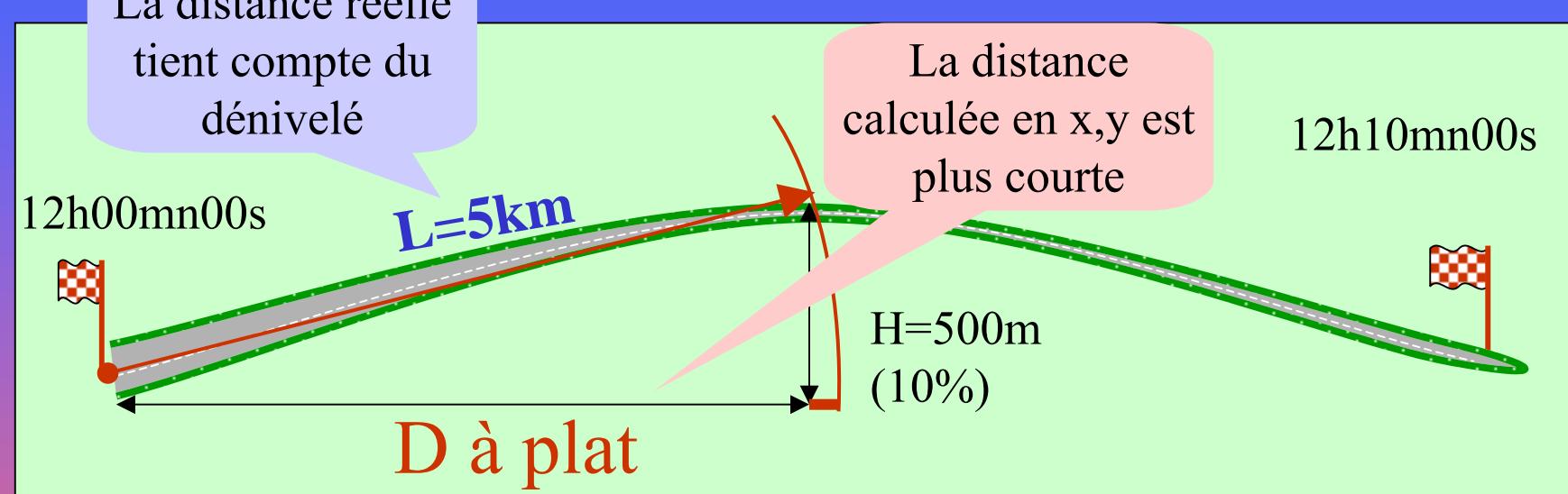
Erreurs GPS de 1m → erreur +0,13% sans filtrage



Erreurs GPS moyenne de 1m → erreur <+0,13% sans filtrage

# Erreurs dues aux Dénivelés

(non prise en compte du z)



$$D = \sqrt{5*5 - (0,5*0,5)} = 4,974 \text{ km}$$

**Calcul en x,y,z :  $V = 3600 * 5 \text{ km} / 300 \text{ s} = 60 \text{ km/h}$**

**Calcul en x,y :  $V = 3600 * 4,97 / 300 = 59,64 \text{ km/h}$**

L'erreur (faible) avantage l'usager.



# Vectorisation avec filtre de Kalmann

- le Filtre utilisé pour le suivi de trajectoire sur radar.
- L'état précédent sert à prédire l'état courant (récursivité).  
L'état courant est utilisé pour corriger l'état prédict.
- Bien adapté lorsque les variances des bruits sont connues.

➤ Permet le lissage en temps réel

➤ Lissage à partir des points GPS



# Résultats expérimentaux (*DIGINEXT*)

Odomètre embarqué :  
Tour 1 : 6806 m  
Tour 2 : 6810 m

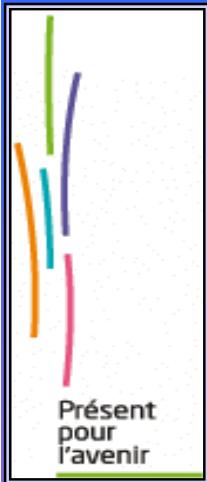
Pointage GE : 6785m  
Dénivelés cumulés : +193m,  
-193m

Scénario	Lisseur de Kalman
Mesures brutes	6815 m (+ 9m) % = 0.11
$\sigma$ position 5 m	6821m (+15m) % = 0.23
$\sigma$ position <b>15 m</b>	6844m (+ 38m) <b>% = 0.45</b>
$\sigma$ position = 15 m + infos vitesses $\sigma$ = 3 m/s	6822m (+16 m) <b>% = 0.19</b>

## Bilan des erreurs avec l'autocalibrage

- Décalage d'horloges : Heure GPS à la milliseconde  
Erreur négligeable
- Dénivelé : 0,6% d'erreur favorable sur une rampe à 10%
- Position latérale : erreur négligeable sur un axe
- Positions photos : erreur <5m (0,1% pour un trajet de 10 km)
- Vectorisation : erreur < 0,5% après lissage

la mesure de distance n'est pas un maillon critique dans la gamme d'application.

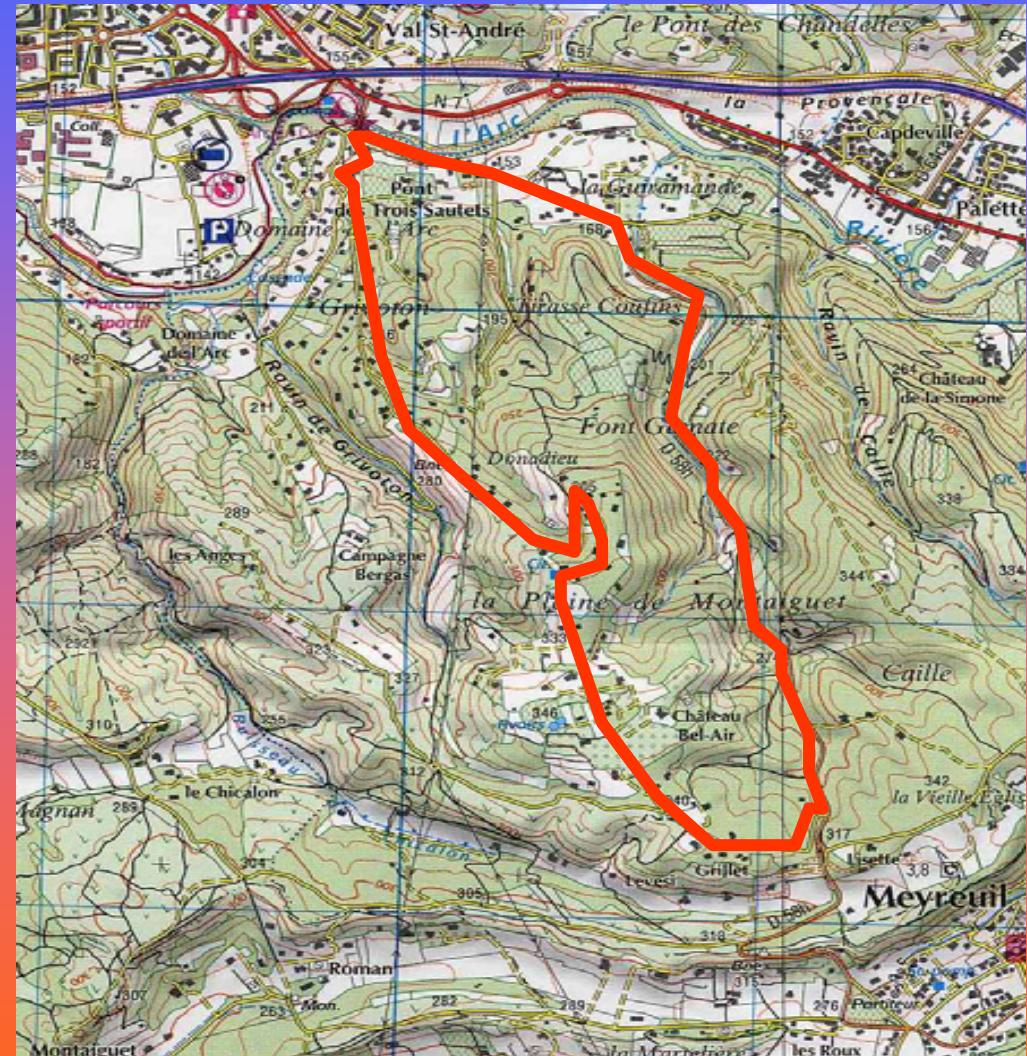


# Application sur le terrain

# Calibrage de l'itinéraire - Faisabilité

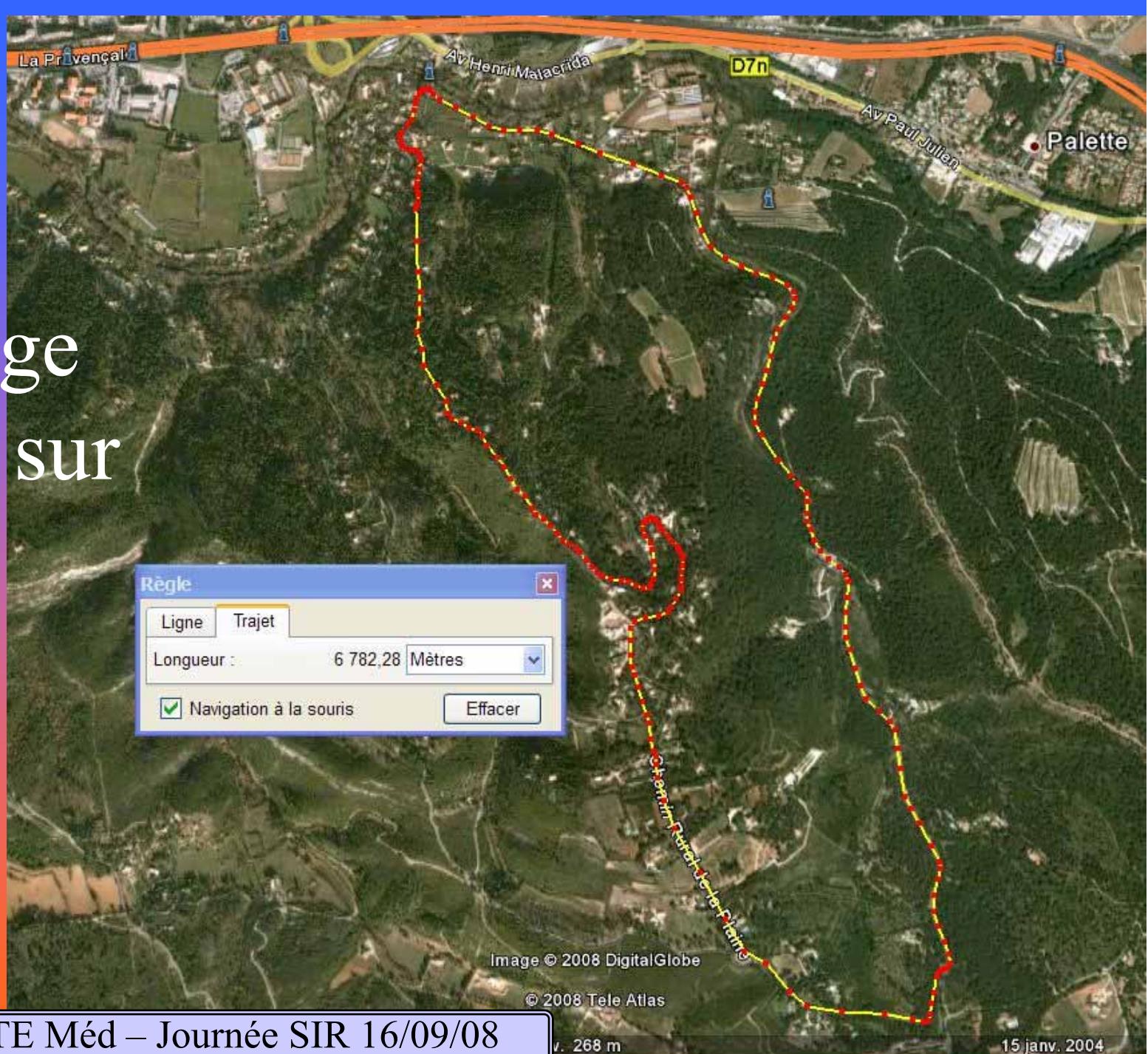
## Itinéraire test

- à fort couvert végétal
- à fortes pentes
- sinueux

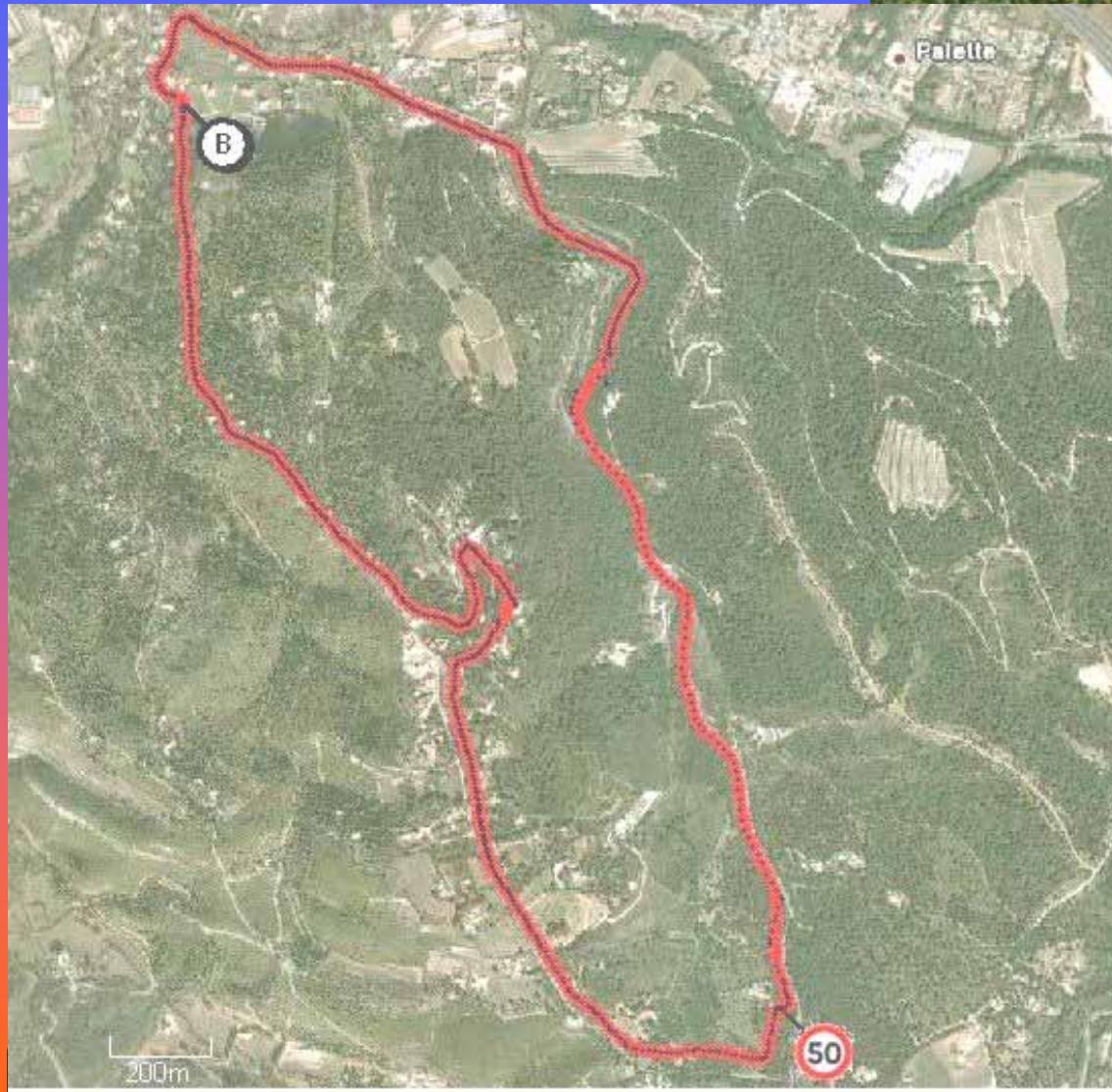




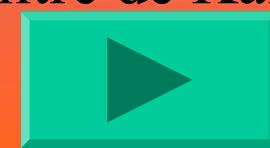
# Pointage manuel sur GE

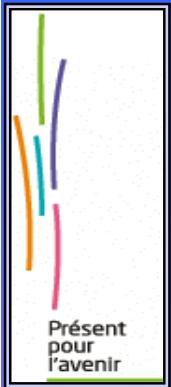


# Scalp - Tracé GPS



Filtre de Kalman

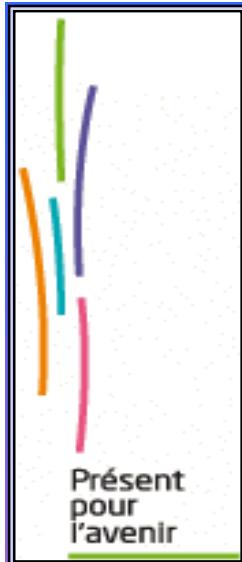




## Autre ????

Récupération automatique de la distance auprès d'un cartographe ?

- Longitude et Latitude de deux points
- Accrochage au vecteur routier le plus proche
- Calcul de la distance
- Livraison avec garantie d'erreur maximale
  - de la distance
  - du tracé (.kmz?)
  - de la cartographie exinscrite

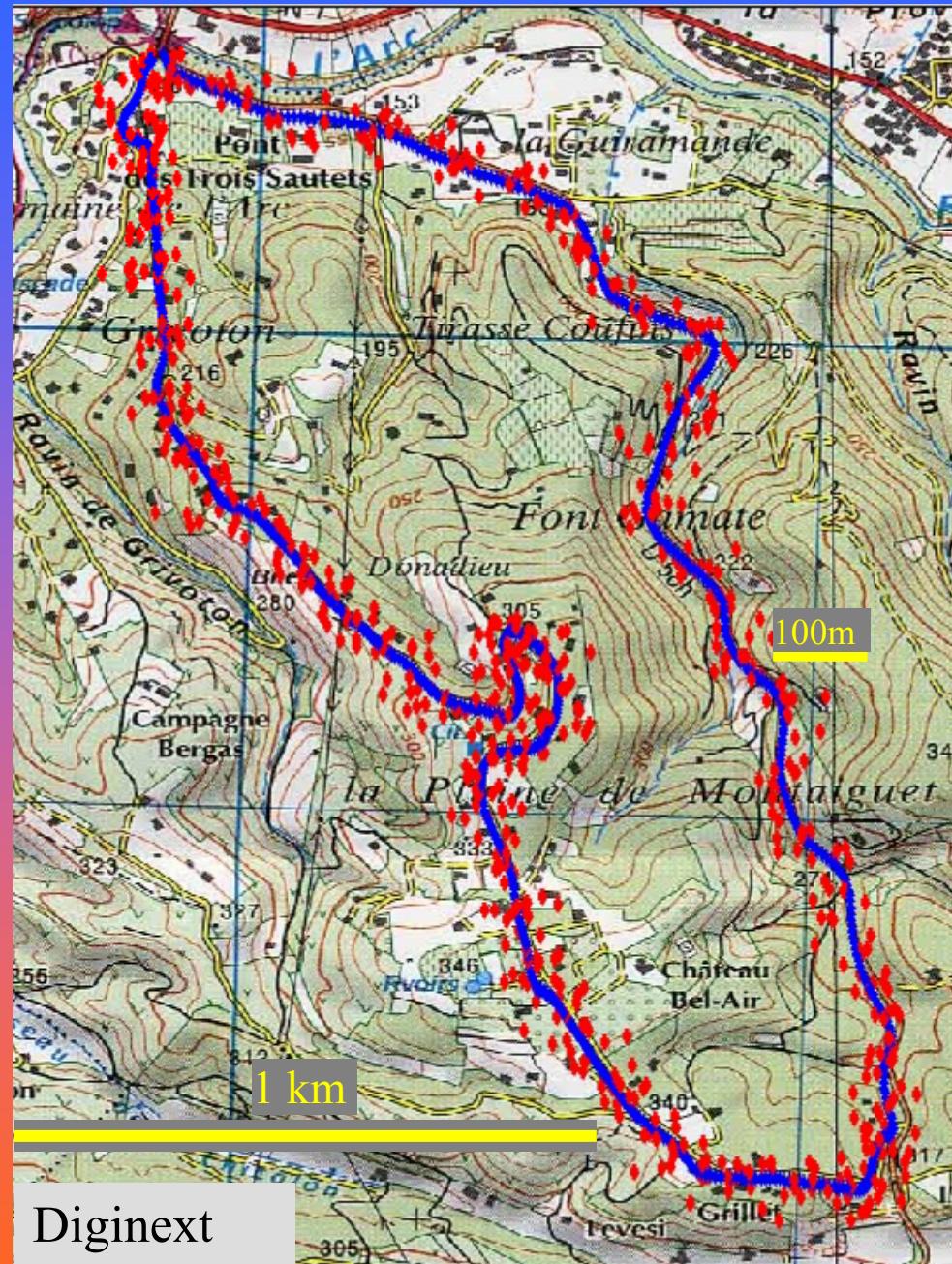


Merci de votre  
attention...



# Cartographie Kalmann

- ◆ Points GPS
- Lissage Kalmann
- Adaptation automatique en fonction des données en entrée
  - Positions seules
  - Positions et Vitesses
  - Qualité des mesures (précision variable en fonction de l'environnement: dégagé , forestier ...)



Diginext