

Rapport d'essais GYROLIS 2.1

Présentation générale des essais GYROLIS

5 essais ont été rapportés ici : pour les 4 premiers, un gyromètre à fibre optique (FOG) a été utilisé, contre une centrale inertielle à technologie MEMS pour le dernier (rotation verticale seule utilisée) :

- 1 essai sur le circuit départemental de Loire-Atlantique.
- 2 essais sur les pistes militaires de Versailles-Satory.
- 2 essais en ville de Rezé.

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques d'instrumentation des véhicules.

Essai	Véhicule	GPS	Odomètre	Gyromètre
Circuit	J5 Tx 2.11 m Ty nul	Trimble AG 132 GPS Différentiel service Omnistar 5 Hz	0.2415 sur boîte	KVH e-core RD 2100 100 Hz
Satory	Scénic Tx -0.01 m Ty nul	Trimble AG 132 GPS différentiel 1 Hz + Thalès Sagitta GPS cinématique 1 Hz	0.1954 sur boîte	KVH e-core RD 2100 100 Hz
Satory2	Scénic Tx -0.01 m Ty nul	Trimble AG 132 GPS différentiel 1 Hz, puis naturel en cours d'essai	0.1954 sur boîte	KVH e-core RD 2100 100 Hz
Rezé	J5 Tx 2.41 m Ty nul	Trimble AG 132 GPS naturel et différentiel phases et balises 1 Hz	0.1208 sur boîte	KVH e-core RD 2100 10 Hz
Rezé2	J5 Tx 2.41 m Ty nul	Trimble AG 132 seulement GPS différentiel phases et balises 1 Hz	0.1208 sur boîte	KVH e-core RD 2100 10 Hz + Centrale μ strain 3DMG 76 Hz

Les caractéristiques des essais sont résumées ci-dessous.

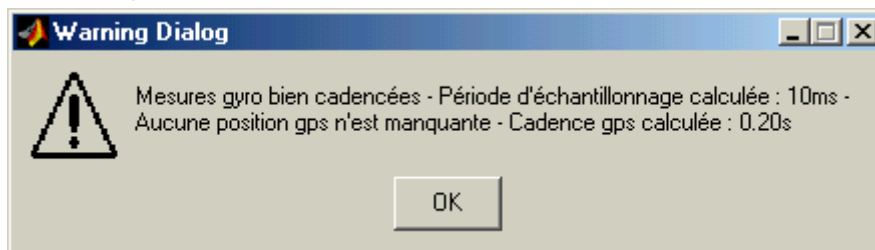
Essai	Vitesse	GPS	Nota
Circuit	< 50 km/h	Pas de masquage	Essai de réglage KVH 2 tours sens anti-horaire
Satory	< 70 km/h	Pas de masquage partie nord, zone boisée partie sud	3 tours sens anti-horaire Test avec deux modes GPS différents
Satory2	< 70 km/h	Partie nord seulement	1 tour sens anti-horaire Test avec mode GPS différentiel puis naturel
Rezé	< 30 km/h	Site urbain dense, parking couvert, multi-trajets GPS	Test urbain Test avec modes GPS différentiel et naturel
Rezé2	< 30 km/h	Site urbain dense, parking couvert, multi-trajets GPS	Test urbain avec les deux gyromètres de technologies différentes (FOG et MEMS)

Essai Circuit

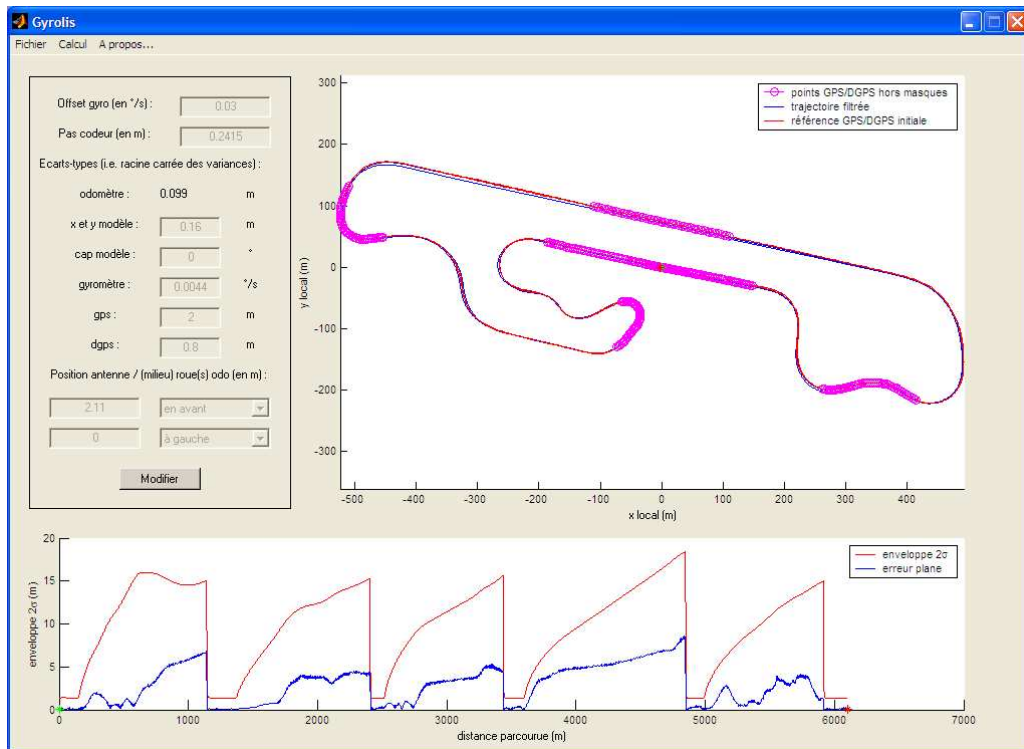
Les paramètres retenus (après réglage)

OFFSET_GYRO 0.03°/s
PAS 0.2415 m
TX 2.11 m
TY 0
sqrtQmod_pos 0.16 m (à 10 Hz dans Gyrolis, soit 0.5 m en 1 s)
sqrtQmod_rot 0
sqrtQgyro 0.0044°/s (à 10 Hz et selon donnée constructeur : $0.083^\circ/\sqrt{h}$)
sqrtQgps 5 m
sqrtQdgps 0.8 m

L'analyse des données



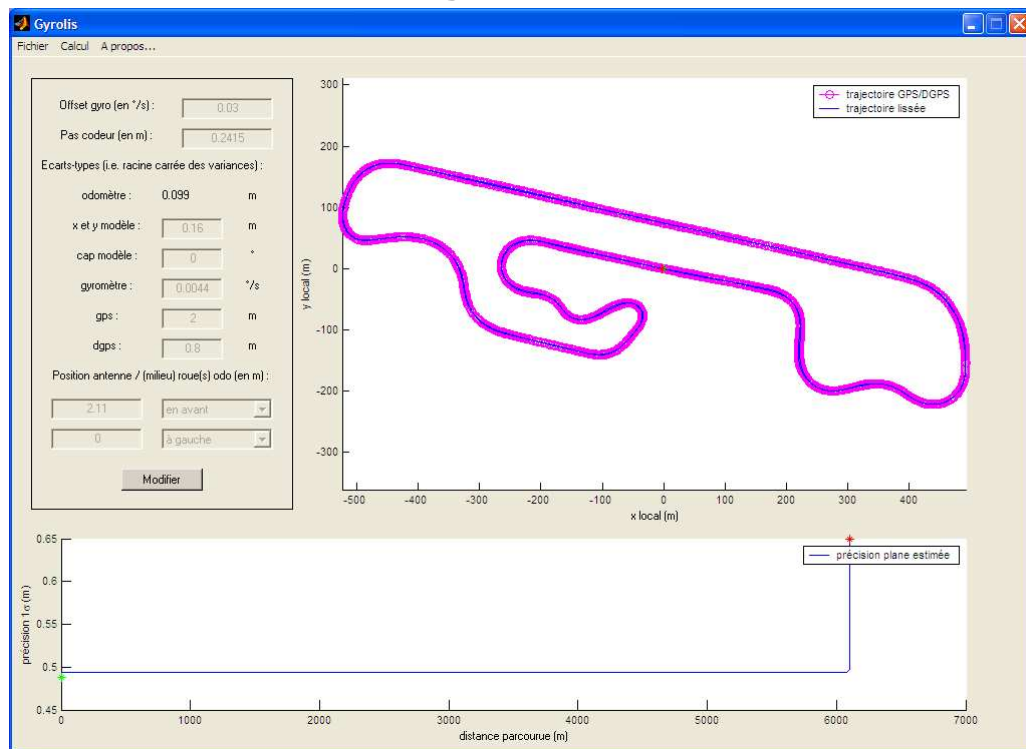
Les résultats en filtrage (validation du réglage paramètres)



circuit_msk.txt

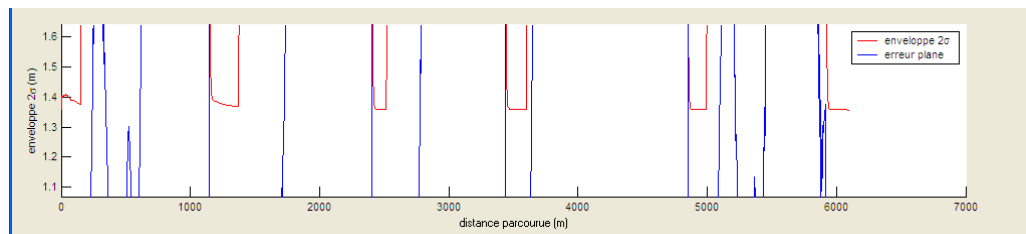
Le réglage des paramètres est validé car l'enveloppe à 2 écarts-types borne bien l'erreur vraie.

Les résultats en lissage

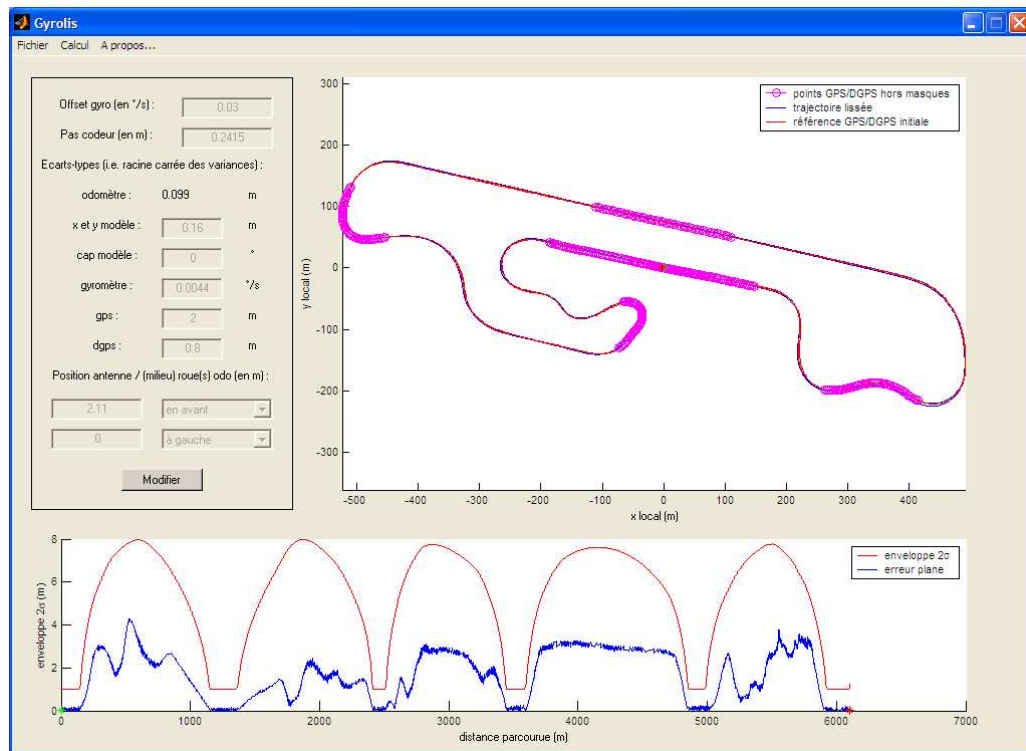


circuit_lis.txt

L'erreur estimée (1 écart-type) vaut 0.5 m et correspond à la fusion de la navigation à l'estime et du GPS différentiel Omnistar avec en plus l'effet du lissage. En effet, on peut voir (zoom sur figure en page précédente) qu'en filtrage seul l'erreur est estimée à 0.7 m hors des périodes de masquage (i.e. l'enveloppe à 2 écarts-types égale 1.4 m). Ces précisions dépendent des paramètres caractérisant les données fusionnées et leurs fréquences.



Enfin, à titre de démonstration, la figure ci-dessous illustre l'effet du lissage après application des masquages artificiels ayant servi au réglage (mode avancé en lissage).



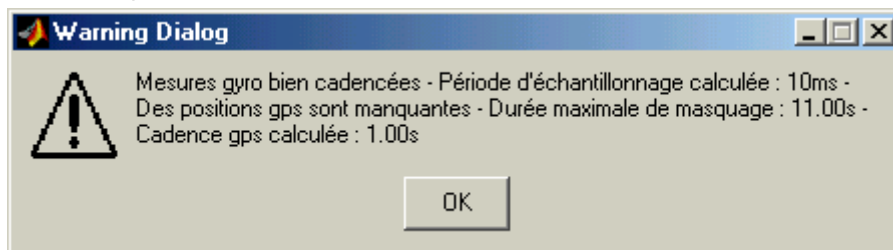
circuit_msk.bis

Essai Satory GPS différentiel (code)

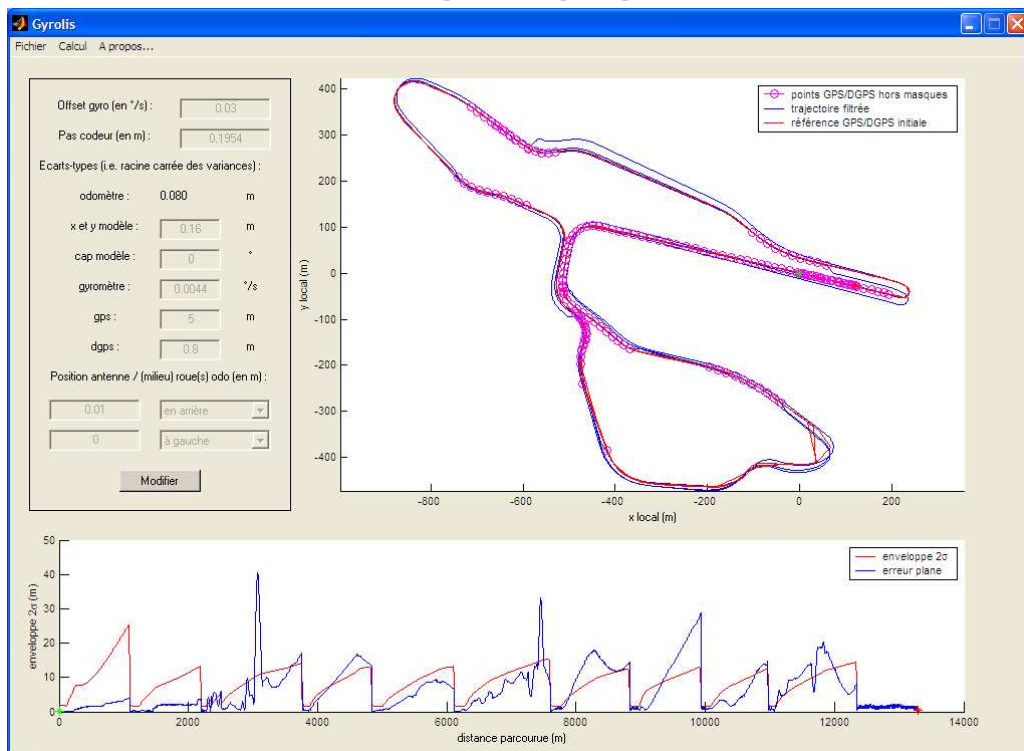
Les paramètres retenus (a priori)

OFFSET_GYRO 0.03°/s
PAS 0.1954 m
TX -0.01 m
TY 0
sqrtQmod_pos 0.16 m
sqrtQmod_rot 0
sqrtQgyro 0.0044°/s
sqrtQgps 5 m
sqrtQdgps 0.8 m

L'analyse des données



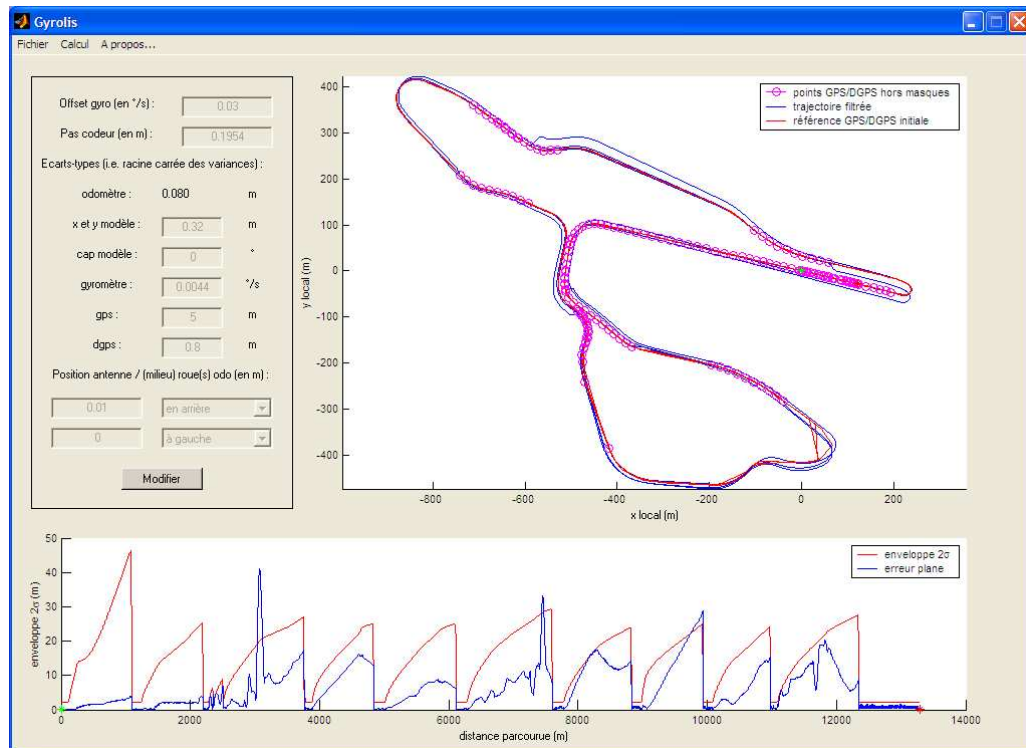
Les résultats en filtrage (réglage a priori)



satory_msk.txt

L'interprétation de ce graphique est difficile : les pics d'erreur plane sont artificiels : ils correspondent aux masquages dans la partie sud du circuit où il n'y a pas de référence ! On note toutefois que le réglage est optimiste, un glissement des roues est probable...

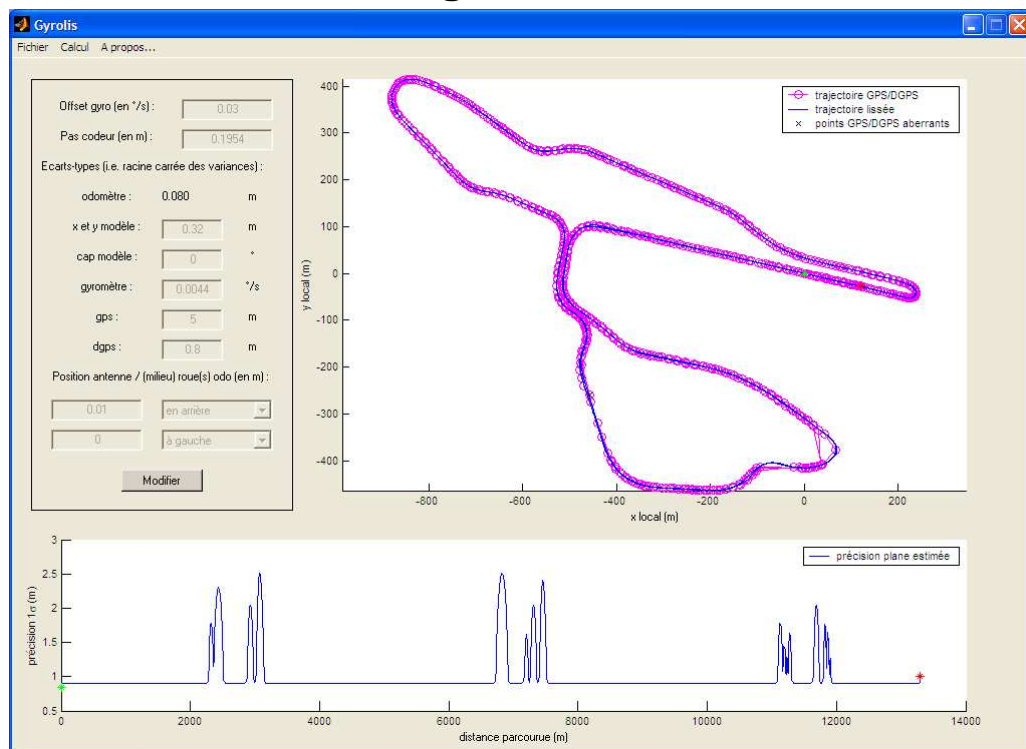
Les résultats en filtrage (validation du réglage paramètres)



satory_msk_032.txt

On ajuste donc le paramètre correspondant au modèle en l'augmentant de 0.16 à 0.32 m.

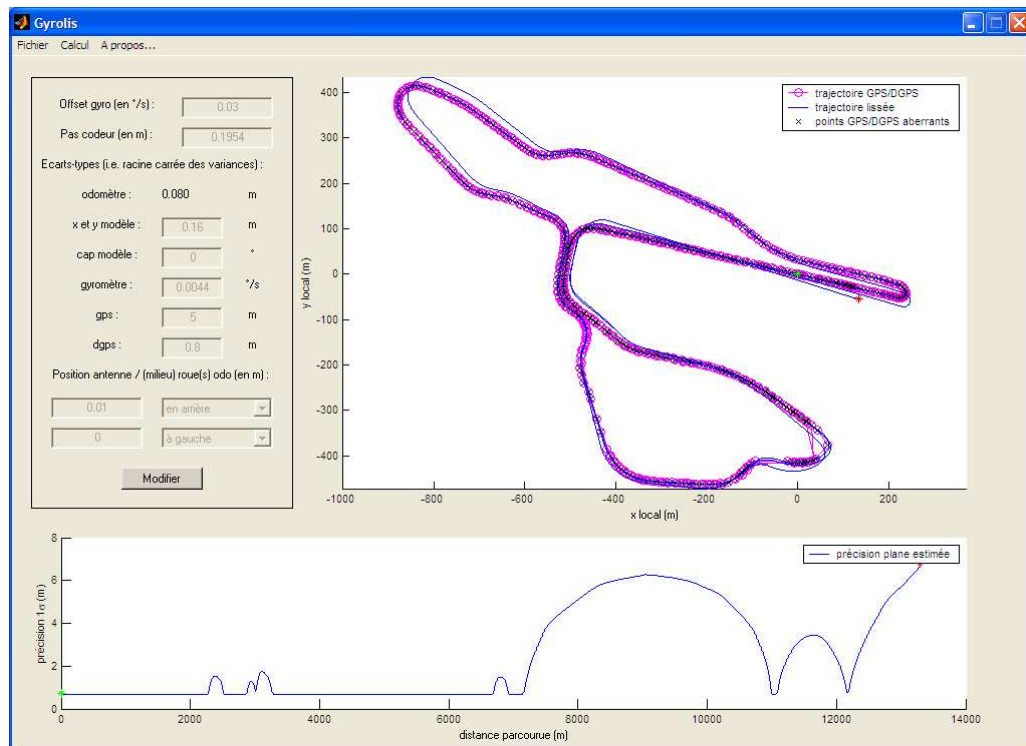
Les résultats en lissage



satory_lis_032.txt

La zone boisée sud donne lieu à quelques masquages courts. L'algorithme y pallie et la précision estimée (1 écart-type) atteint 2.5 m dans cette partie du circuit.

En maintenant le paramètre correspondant au modèle à sa valeur a priori (0.16 m), on risquerait de détecter des points GPS aberrants à tort, voire de rendre l'algorithme instable (figure suivante).



L'instabilité de l'algorithme s'explique comme suit : une première solution aberrante est détectée. L'estime pure prend alors le relais et naturellement dérive, mais en sous-estimant l'erreur prédite à cause du réglage trop optimiste du paramètre correspondant au modèle. Ceci entraîne par la suite le rejet à tort de toute une série de solutions GPS, voire de la totalité de celles-ci.

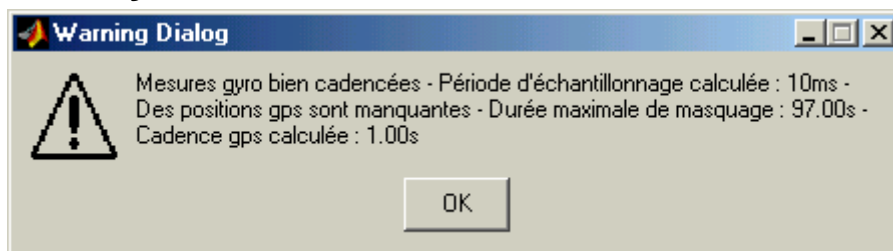
Essai Satory GPS cinématique (phase)

Les paramètres retenus (après réglage)

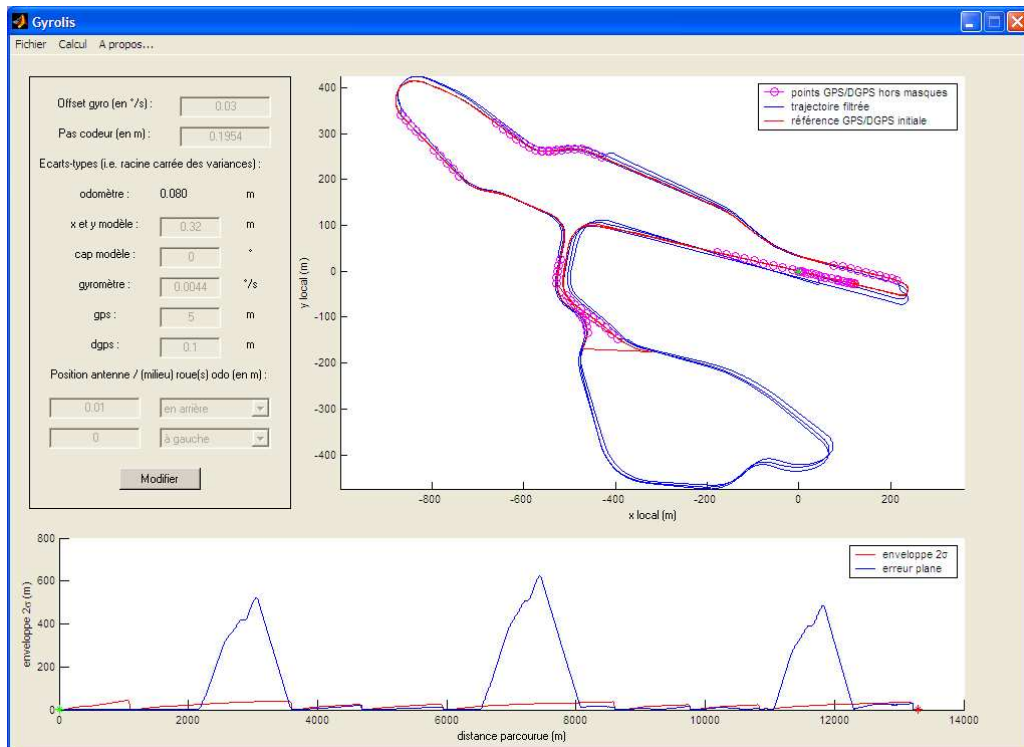
OFFSET_GYRO 0.03°/s
PAS 0.1954 m
TX -0.01 m
TY 0
sqrtQmod_pos 0.32 m (à 10 Hz dans Gyrolis, soit 1 m en 1 s)
sqrtQmod_rot 0
sqrtQgyro 0.0044°/s
sqrtQgps 5 m
sqrtQdgps 0.1 m

On a diminué le paramètre lié au DGPS, considérant le DGPS cinématique, qui utilise la phase et non le code seul du signal GPS, de précision décimétrique (et non plus métrique).

L'analyse des données

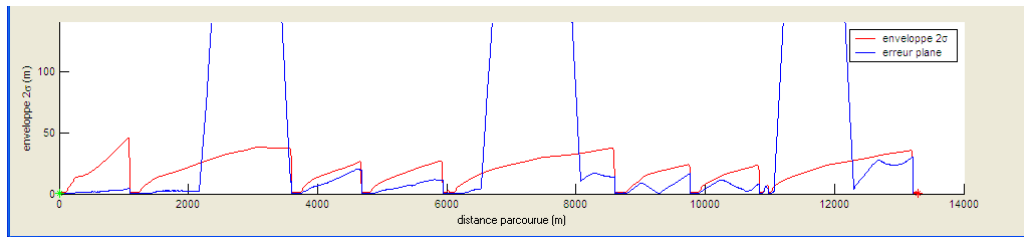


Les résultats en filtrage (validation du réglage paramètres)



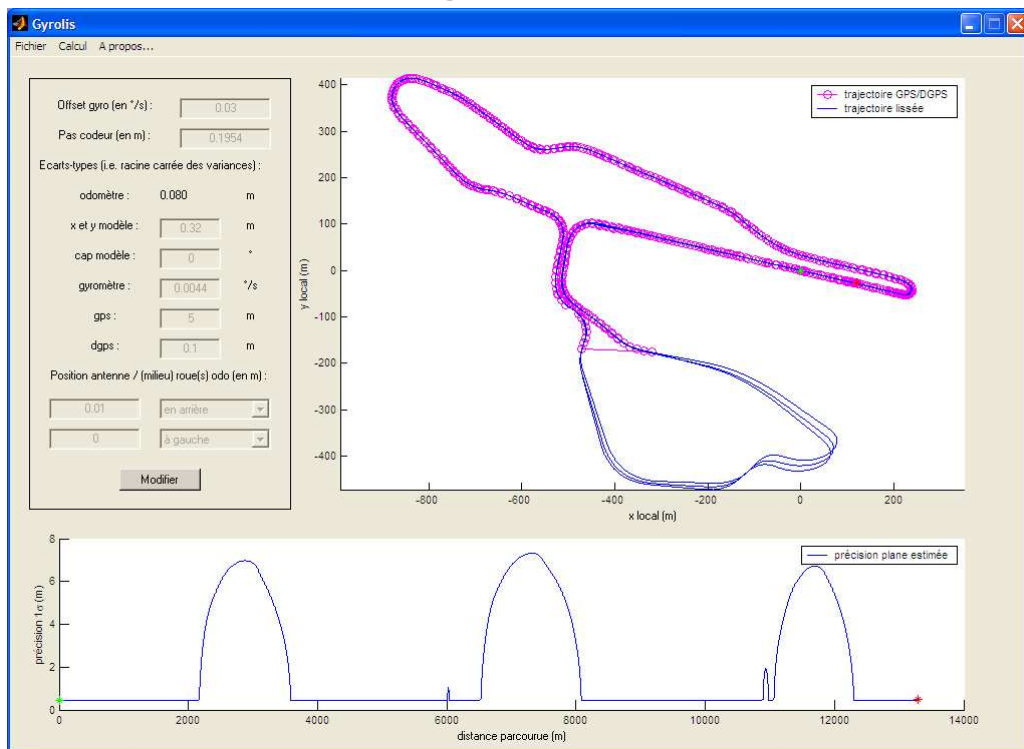
satoryrtk_msk.txt

L'interprétation du graphique précédent est difficile : les pics d'erreur plane sont artificiels : ils correspondent aux masquages dans la partie sud du circuit où il n'y a pas de référence !



Seul un zoom sur le graphique d'erreur plane est exploitable. Le réglage est correct.

Les résultats en lissage



satoryrtk_lis.txt

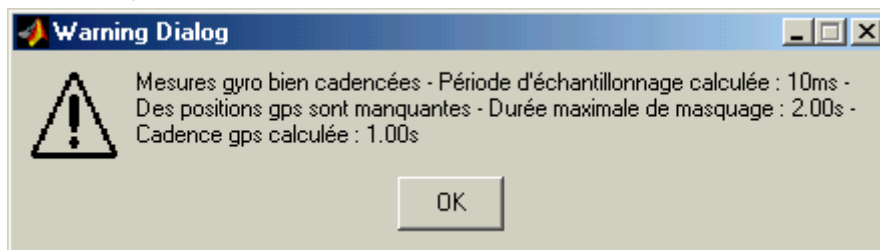
La partie sud donne lieu systématiquement à de longs masquages (zone boisée). L'algorithme y pallie et la précision estimée (1 écart-type) atteint 7 m dans cette partie du circuit.

Essai Satory2 GPS différentiel (code) puis naturel

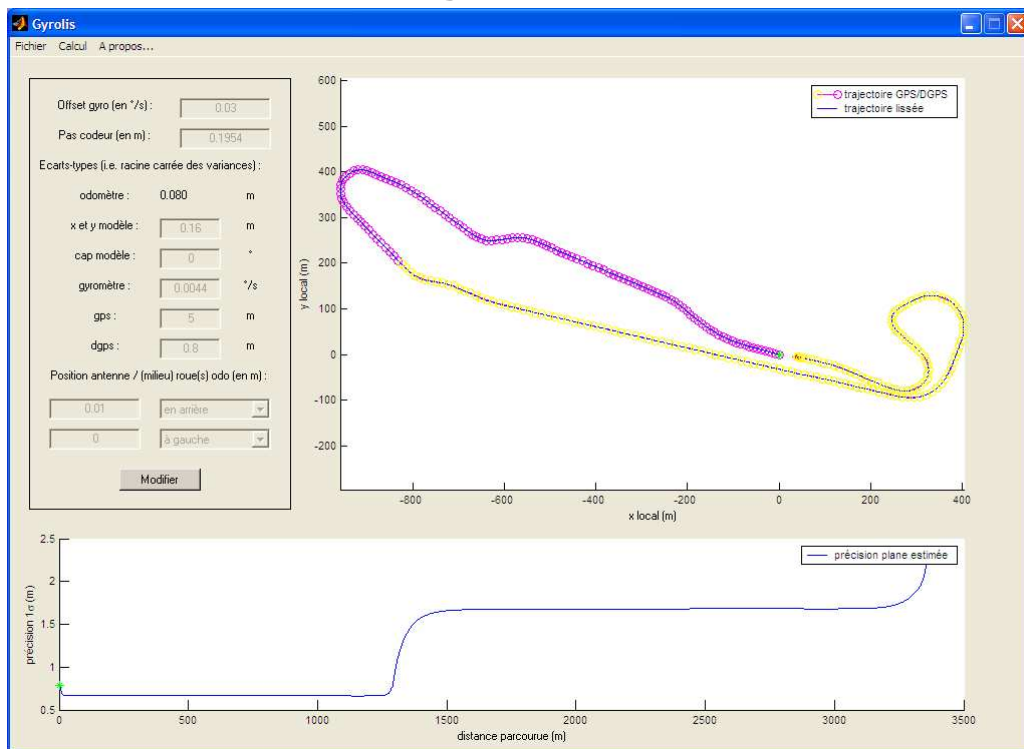
Les paramètres retenus (a priori)

OFFSET_GYRO 0.03°/s
PAS 0.1954 m
TX -0.01 m
TY 0
sqrtQmod_pos 0.16 m
sqrtQmod_rot 0
sqrtQgyro 0.0044°/s
sqrtQgps 5 m
sqrtQdgps 0.8 m

L'analyse des données



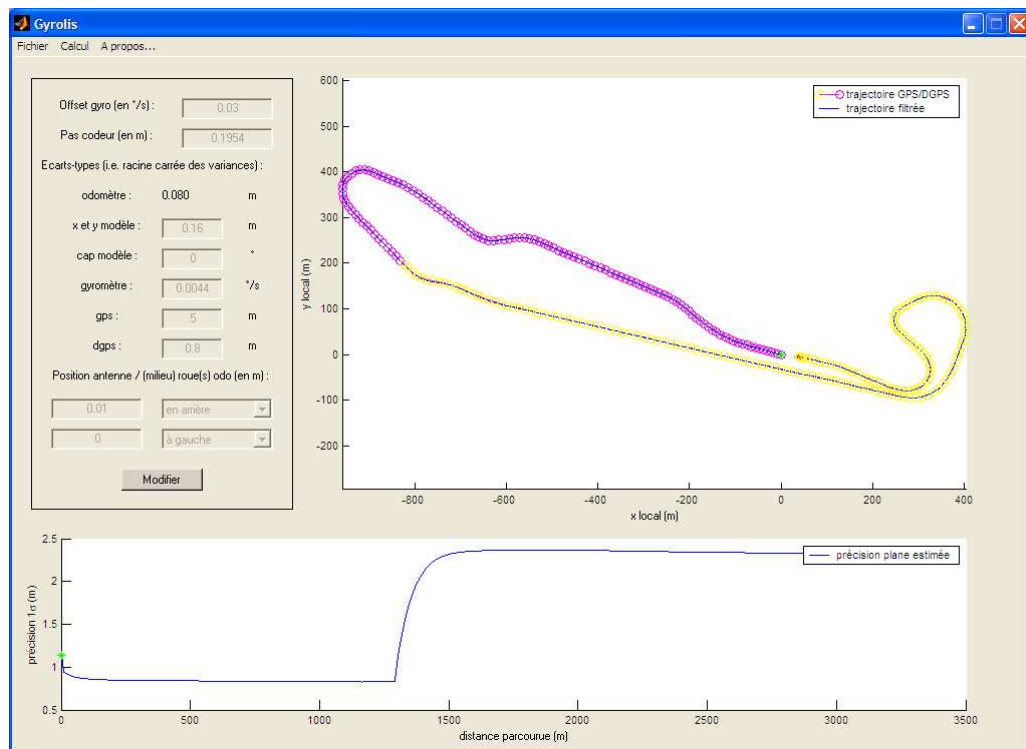
Les résultats en lissage



satory2_lis.txt

On distingue bien deux paliers, à 0.65 puis 1.7 m (précision résultant d'une part du filtrage (D)GPS et navigation à l'estime, et d'autre part du lissage).

Les résultats en simulation temps réel



satory2_tr.txt

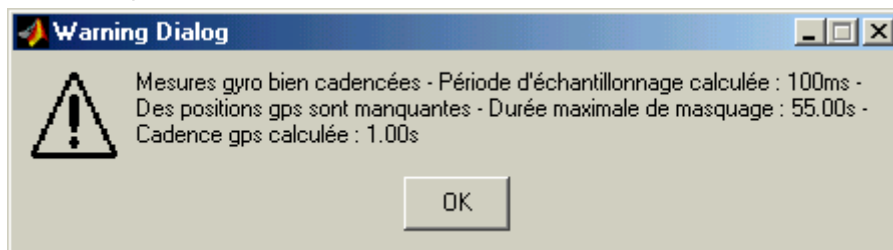
On distingue aussi deux paliers, à 0.85 puis 2.4 m (précision résultant du filtrage (D)GPS et navigation à l'estime, sans lissage).

Essai Rezé

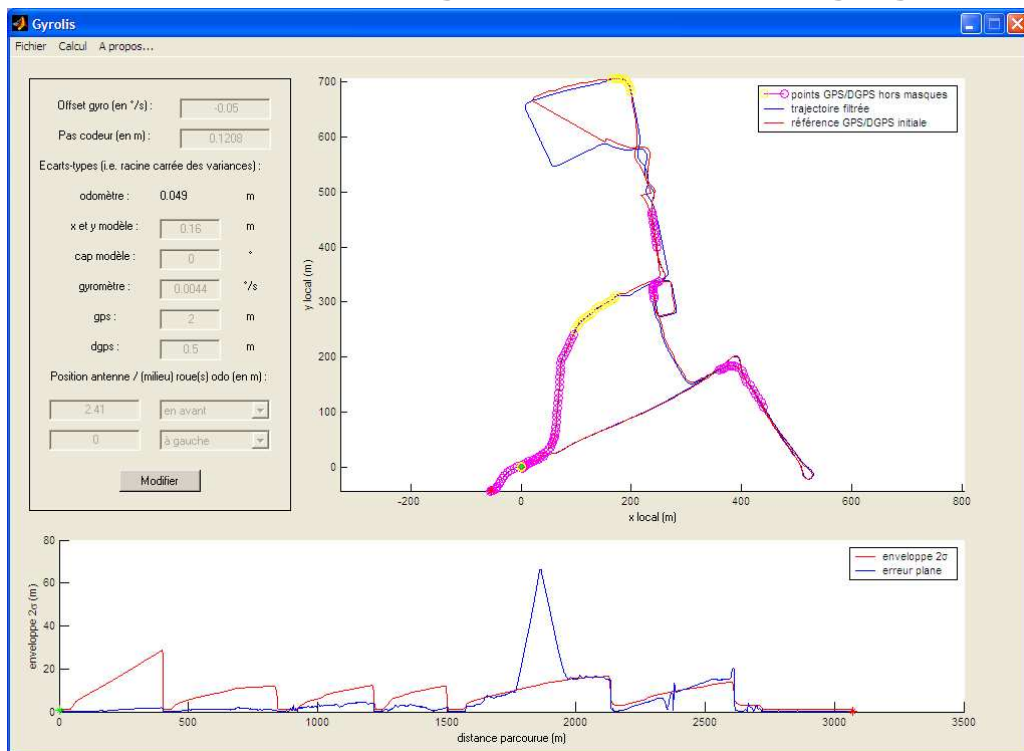
Les paramètres retenus (a priori)

OFFSET_GYRO $-0.05^{\circ}/s$
PAS 0.1208 m
TX 2.41 m
TY 0
sqrtQmod_pos 0.16 m
sqrtQmod_rot 0
sqrtQgyro $0.0044^{\circ}/s$
sqrtQgps 2 m
sqrtQdgps 0.5 m

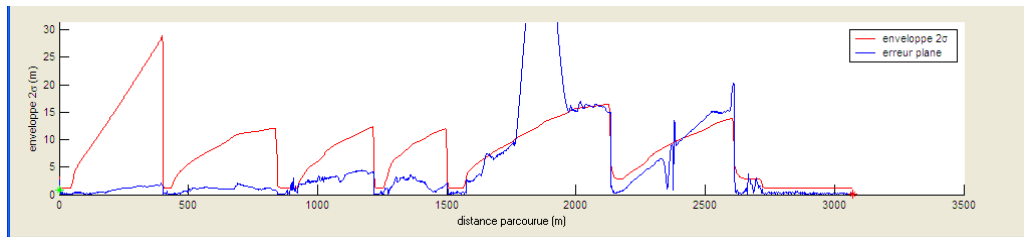
L'analyse des données



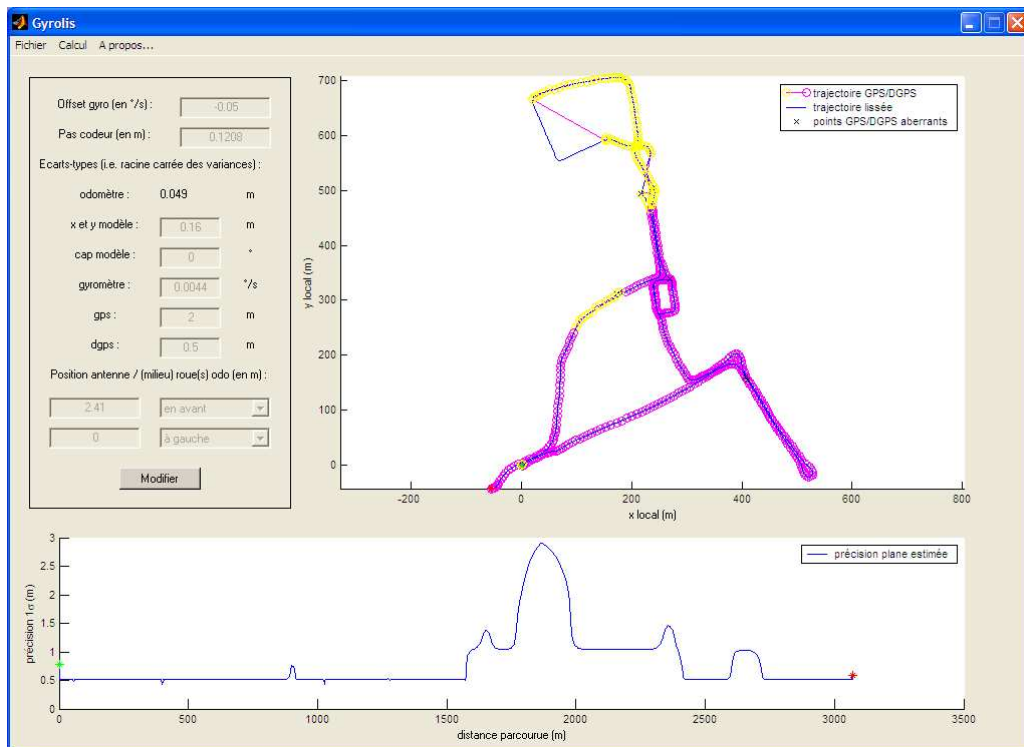
Les résultats en filtrage (validation du réglage paramètres)



A nouveau, l'interprétation de ce graphique est difficile : le pic d'erreur plane est artificiel : il correspond au masquage dans la partie nord (parking couvert) où il n'y a pas de référence ! Seul un zoom sur le graphique d'erreur plane est exploitable. Il confirme le réglage.



Les résultats en lissage



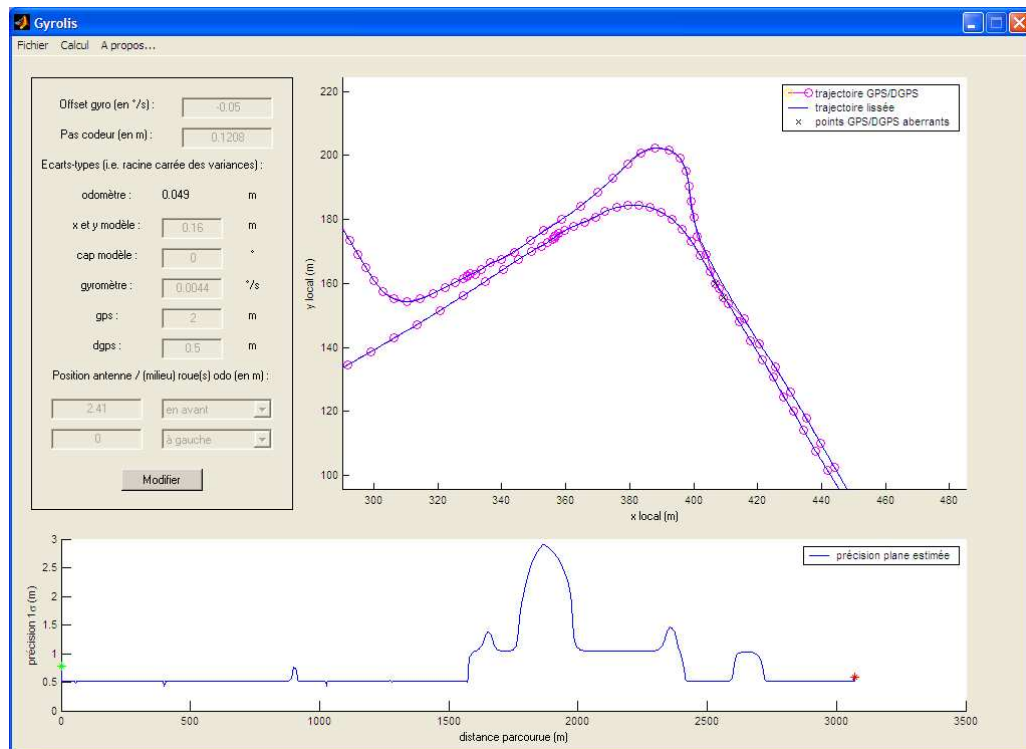
reze_lis.txt

La partie nord donne lieu à masquage (c'est un parking couvert). L'algorithme y pallie et la précision estimée (1 écart-type) atteint 5 m dans cette partie du circuit. Elle varie entre 0.5 et 1.5 m un peu plus loin, dans une rue étroite où on perd le différentiel.

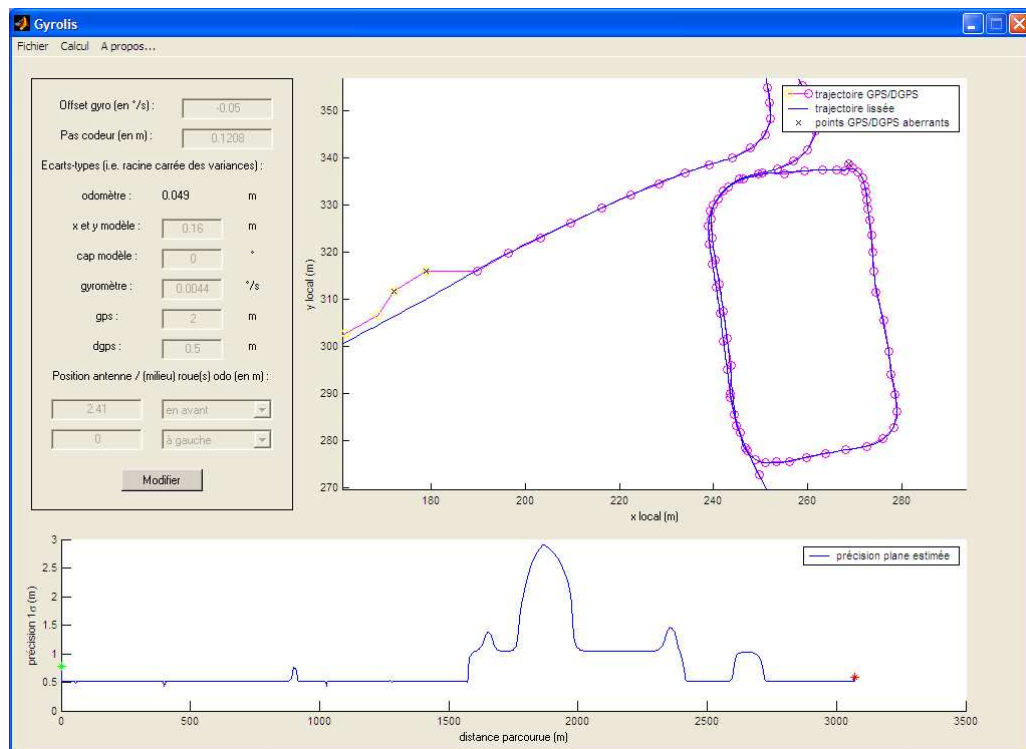
On note que :

- quelques points (D)GPS aberrants ont été détectés (et n'ont pas été utilisés) ;
- le filtrage (et le lissage) font un compromis entre les points (D)GPS utilisés et les points prédits à l'estime seule, sans que ni les uns ni les autres ne soient considérés comme parfaitement vrais.

Les deux figures ci-dessous illustrent ces notes (ce sont deux zooms sur la figure précédente).



Zoom 1 : 2 points DGPS aberrants n'ont pas été utilisés.



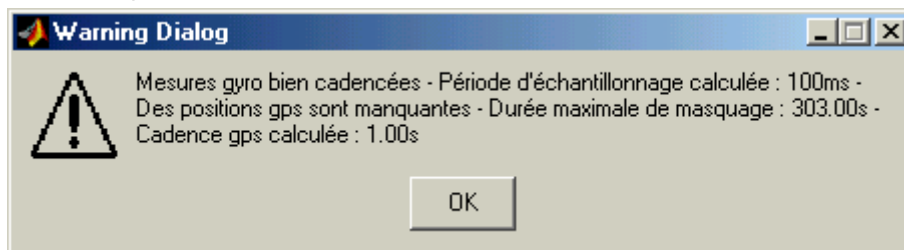
Zoom 2 : la trajectoire filtrée et lissée est un compromis entre la trajectoire (D)GPS et celle prédite à l'estime seule. On note aussi 2 points GPS aberrants (à gauche) et 1 point DGPS aberrant (à droite). Ces points ne sont pas utilisés.

Essai Rezé2 (gyromètre FOG)

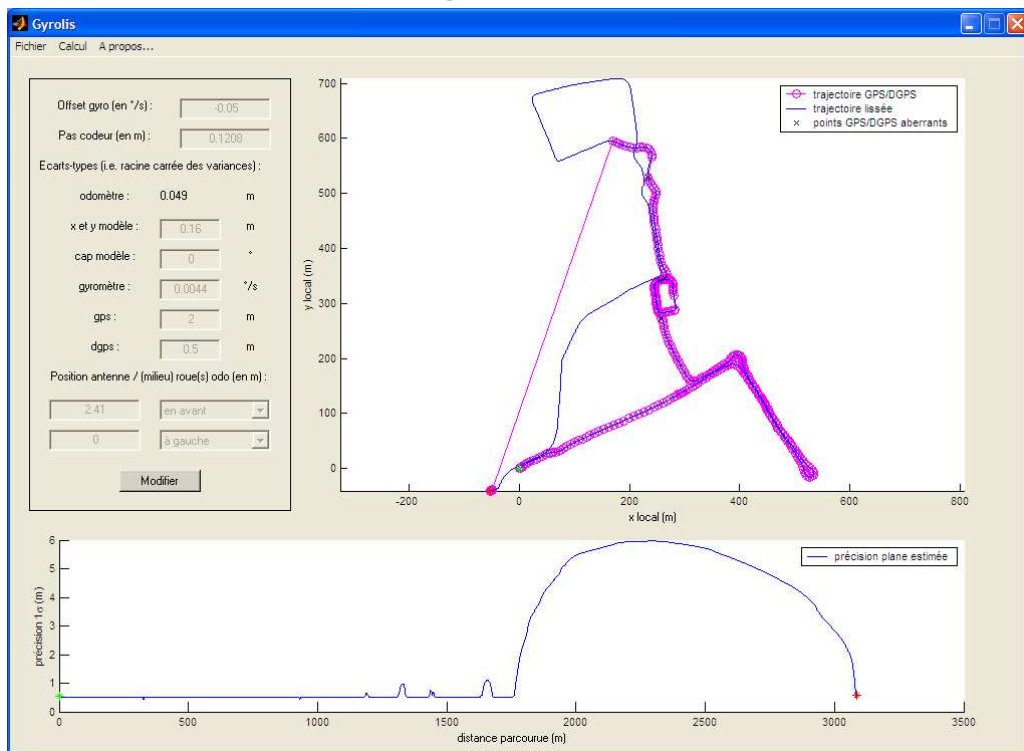
Les paramètres retenus (a priori)

OFFSET_GYRO $-0.05^{\circ}/s$
PAS 0.1208 m
TX 2.41 m
TY 0
sqrtQmod_pos 0.16 m
sqrtQmod_rot 0
sqrtQgyro $0.0044^{\circ}/s$
sqrtQgps 2 m
sqrtQdgps 0.5 m

L'analyse des données



Les résultats en lissage



reze2_kv_h_lis.txt

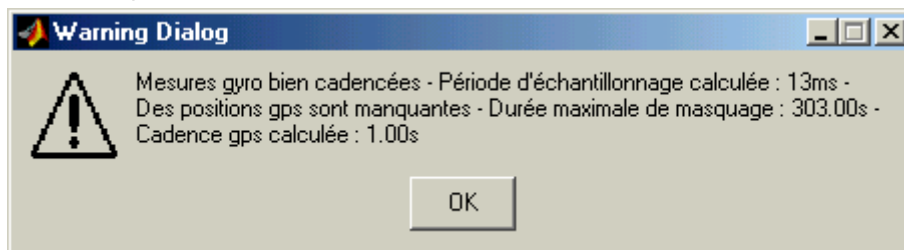
Quasiment toute la 2ème partie est masquée (sauf à l'arrivée) et l'erreur prédite atteint 6 m.

Essai Rezé2 (gyromètre MEMS)

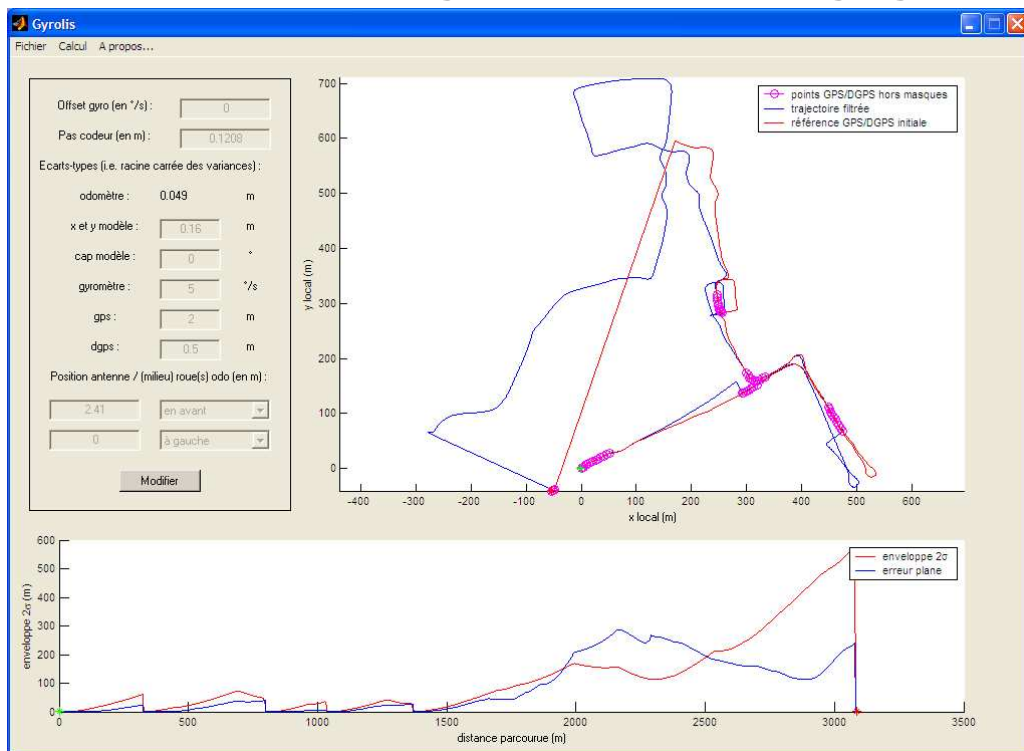
Les paramètres retenus (après réglage labo)

OFFSET_GYRO 0
PAS 0.1208 m
TX 2.41 m
TY 0
sqrtQmod_pos 0.16 m
sqrtQmod_rot 0
sqrtQgyro 5°/s (à 10 Hz et bien plus que la donnée constructeur)
sqrtQgps 2 m
sqrtQdgps 0.5 m

L'analyse des données



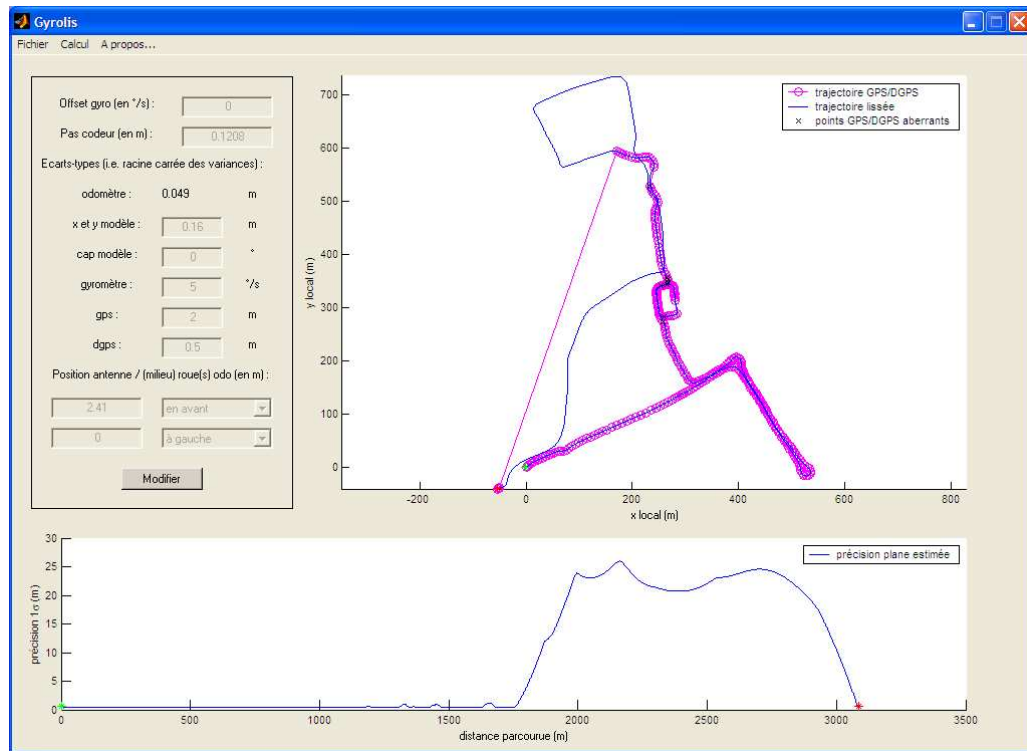
Les résultats en filtrage (validation du réglage paramètres)



reze2_imu_msk.txt

Attention, la 2ème partie est inexploitable car masquée (pas de référence). Le réglage semble correct.

Les résultats en lissage





reze2_imu_lis.txt



Avec ce gyromètre MEMS, l'erreur prédite atteint 25 m (contre 6 m pour le gyromètre à fibre-optique).




Installation

GYROLIS consiste en un ensemble de fichiers à installer comme suit (circuit, satory, satory2, reze et reze2 constituent cinq jeux d'essais livrés avec le logiciel) :

gyrolis

 gyrolis.bat
 gyrolis.exe

 gyrolis.fig
 logo.fig

 ecn.bmp
 irccyn.bmp
 lcpc.bmp

bin

 FigureMenuBar.fig
 FigureToolBar.fig

lib (librairie dll matlab)

 circuit.prm

circuit

 circuit.gps  circuit.utc  circuit.odo  circuit.gyr

 satory.prm (a priori) et  satory032.prm (après réglage) ou  satory010.prm (si GPS RTK)

satory

 satory.gps (= au choix :  satory.dgps ou  satory.gpsrtk)  satory.utc  satory.odo  satory.gyr

 satory.prm

satory2

 satory2.gps  satory2.utc  satory2.odo  satory2.gyr

 reze.prm

reze

 reze.gps  reze.utc  reze.odo  reze.gyr

 reze.prm (si KVH) ou  reze2.prm (si IMU)

reze2

 reze2.gps  reze2.utc  reze2.odo  reze2.gyr (= au choix :  reze2.kvh ou  reze2.imu)

 lisezmoi.txt

lisezmoi.txt : Logiciel Gyrolis 2.1

Installer Gyrolis : copier sous un répertoire de votre choix :

- l'application gyrolis.exe
- les répertoires bin et lib (et ses sous-répertoires)

Lancer Gyrolis : double cliquer gyrolis.bat depuis l'explorateur Windows ou bien créer un raccourci vers ce programme batch.