

AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES

Historique

A partir de toutes les études réalisées autour des caractéristiques des dispositifs vidéos et de leurs influences sur la précision des mesures en niveau et en temps, cette synthèse a pour objet d'examiner les possibles améliorations dans la réduction des occultations d'étoiles par la lune ou par astéroïde au niveau de la précision de l'heure.

L'utilisation des franges de diffraction semble apporter une amélioration sensible au problème

Cette étude sera faite sur des occultations par astéroïdes car dans le cas d'occultation par la Lune la luminosité résiduelle du côté sombre perturbe les mesures.

Les deux obstacles pour mener à bien une telle étude sont :

Connaître le diamètre des étoiles

L'analyse d'importantes quantités de données

Un algorithme communiqué par Eric Limburg permet de résoudre le premier obstacle

Le logiciel LIMOVIE de Kazuhisa Miyashita permet une partie des opérations, notamment l'analyse. Après une prise de contact, l'auteur m'a fait parvenir une version 9.30 beta de ce logiciel qui traite également de l'utilisation de la diffraction, quelques essais, quelques mails échangés puis silence depuis fin août 2008..

Mode Opérateur

Le problème a été repris en utilisant le processus suivant :

Analyse du signal vidéo (LIMOVIE)

Sauvetage des ces données dans un fichier.CSV

Calcul des franges de diffraction en tenant compte des paramètres suivant :

- Vitesse du phénomène
- Réponse spectrale des composantes : caméra, filtre, spectre étoile
- Diamètre de l'étoile
- Angle du déplacement par rapport au relief du corps occultant
- Distance Terre Corps occultant
- Intégration sur 40mS
- Tracer de ces courbes

Les valeurs mesurées après normalisation sont reportées sur les courbes.

Utilisation de LIMOVIE

Malgré quelques incertitudes concernant les valeurs aux quelles les évènements sont comparés on peut utiliser LIMOVIE pour effectuer l'analyse.

Il faut cependant si l'on ne veut pas trop perdre de temps avoirs les éléments suivants :

La Parallaxe pour le calcul de la distance

Le diamètre de l'astéroïde, la durée du phénomène pour le calcul de la vitesse

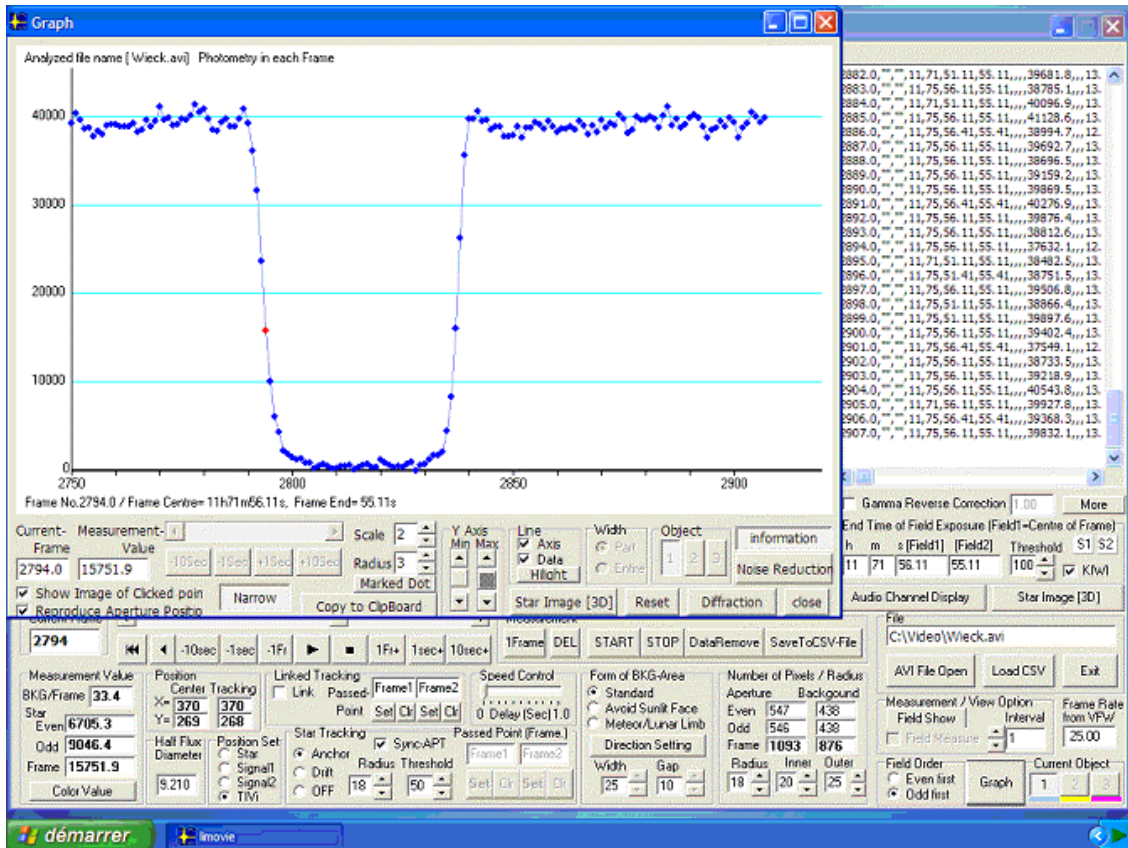
Le nom de l'étoile pour connaître son diamètre par OCCULT4 (si on le possède)

Lorsque l'on veut utiliser le diamètre de l'étoile et /ou l'angle du mouvement par rapport à la surface de l'astéroïde le temps de traitement de l'adaptation de la courbe de diffraction à la courbe de lumière est très long (plusieurs minutes) et on doit recommencer à chaque modification de l'un ou l'autre de ces paramètres.

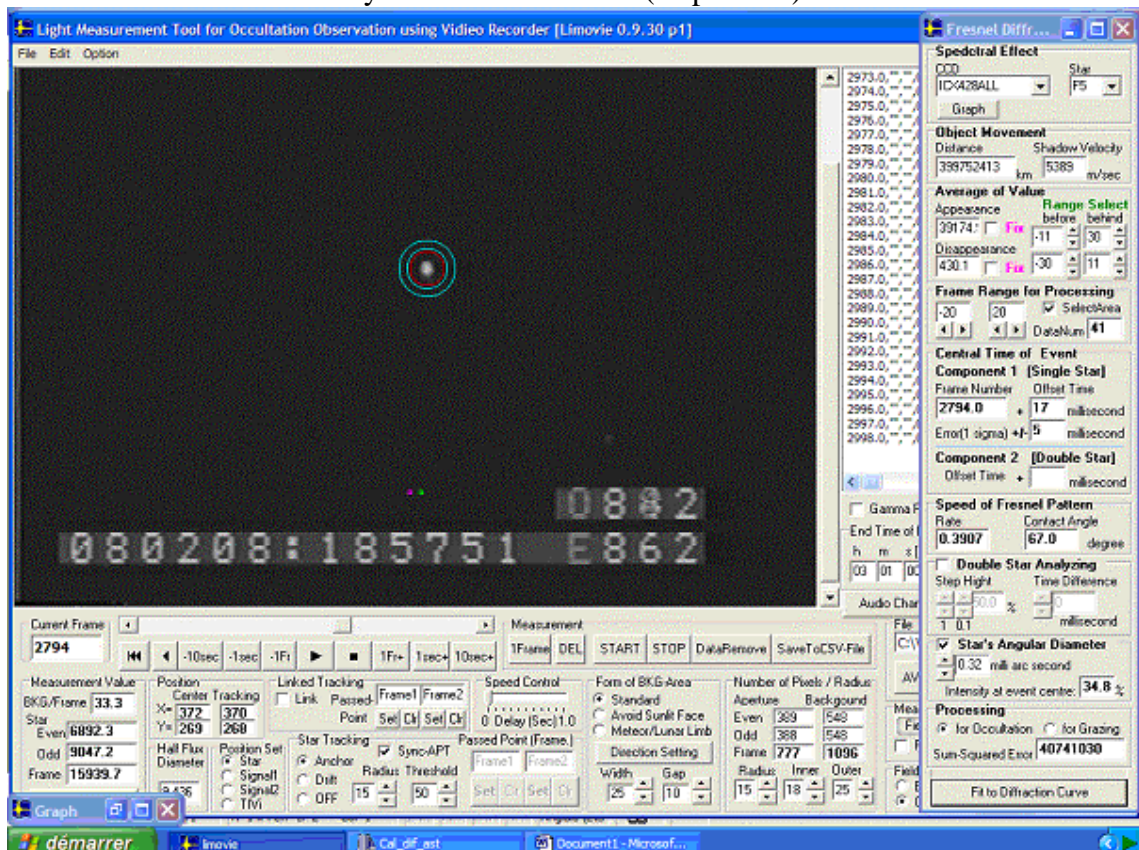
Voici en images le processus utilisé :

AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES

Courbe de lumière

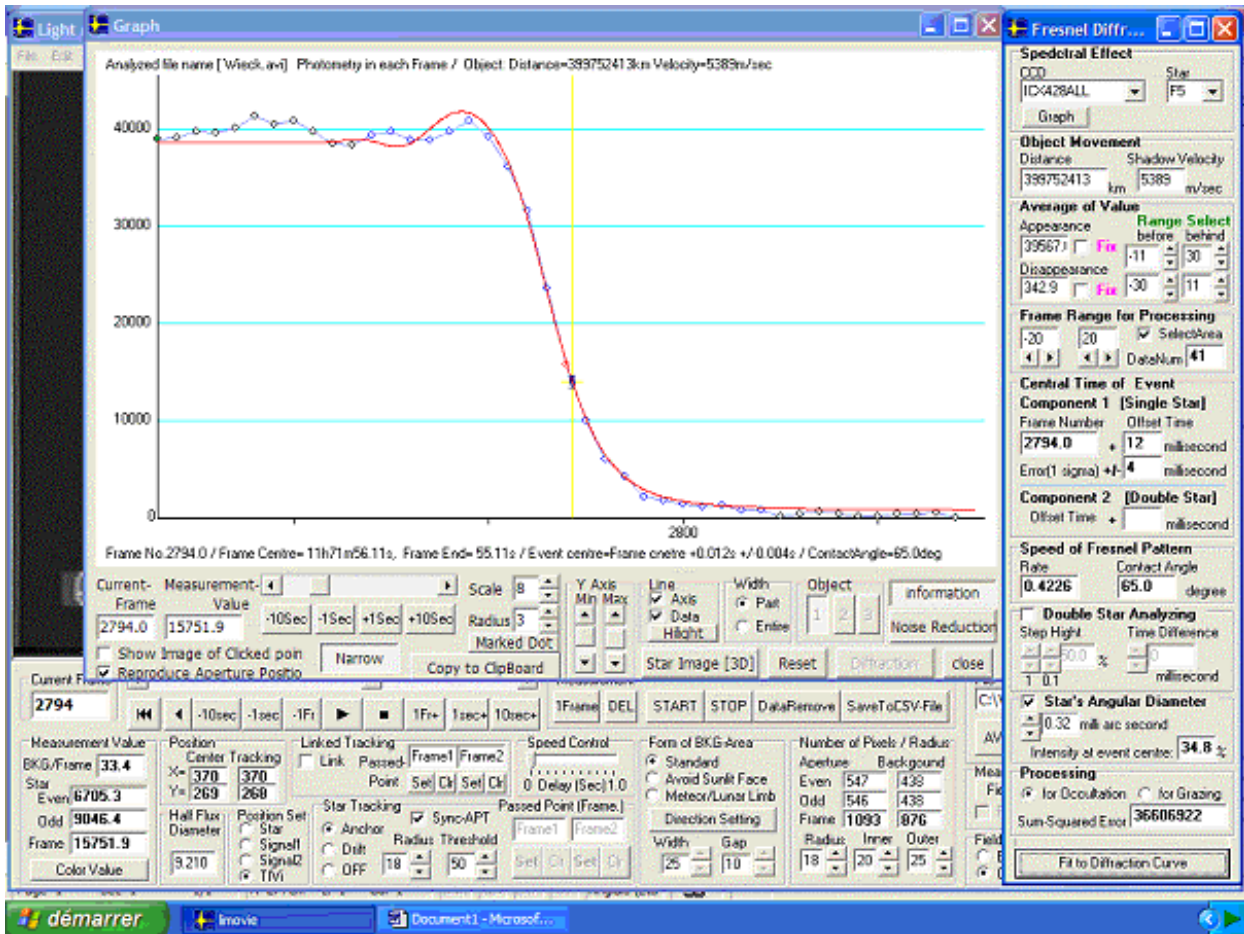


On voit que dans ce cas la durée de la descente est de 320mS et la remontée de 240mS donc le phénomène n'est pas symétrique et cela veut dire que les vitesses ne sont pas les mêmes.
Analyse d'une occultation (disparition)



AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES

Adaptation d'une courbe de diffraction à la courbe de lumière (disparition)



A l'aide de ces 3 fenêtres on peut retrouver les éléments :

842

Heure sur la 1^{ère} image : N° image 2794 mesure en rouge sur la courbe : 18h57m51s862

882

Sur la troisième image on trouve que la distance est de 399752413 km

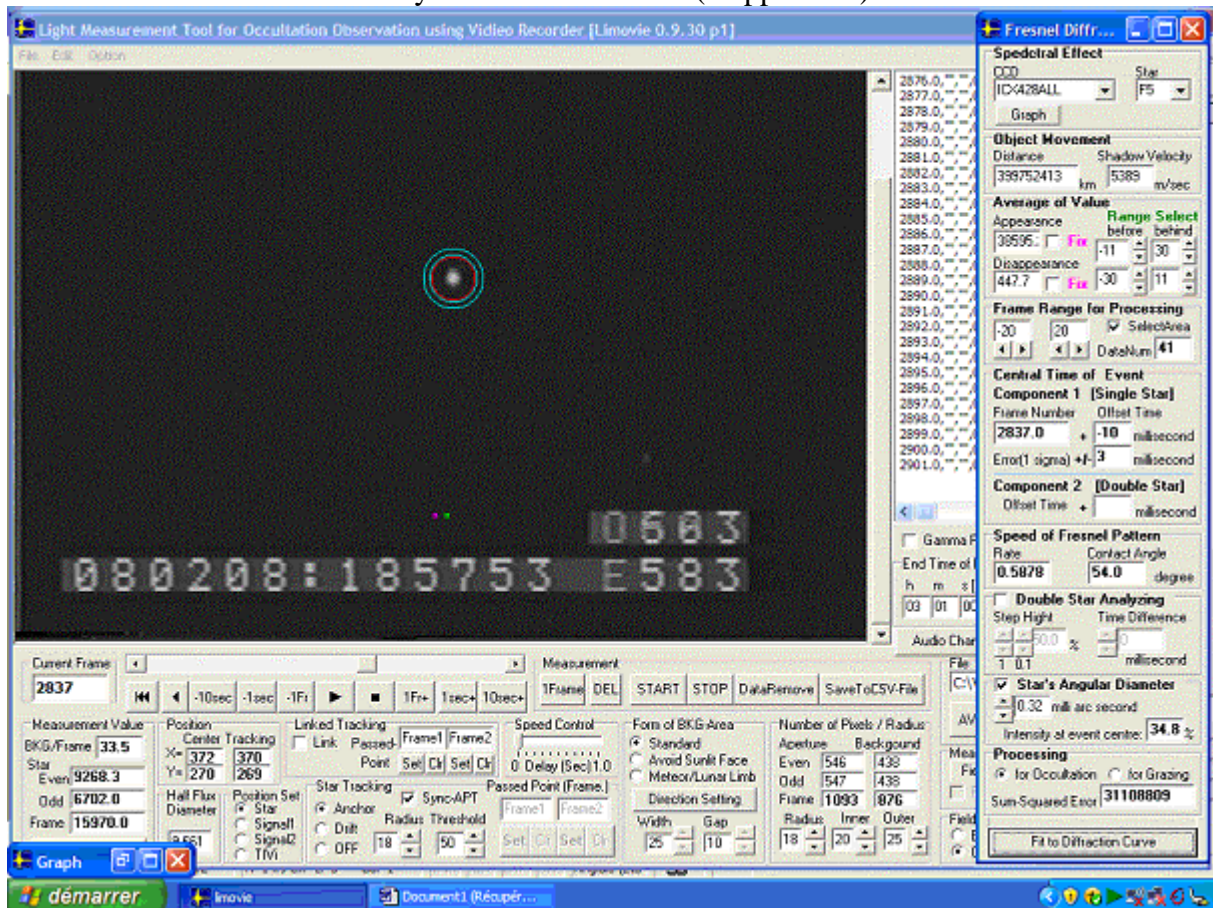
Que la vitesse est de 5389 m/sec la vitesse réelle est $5389 * 0.4226$ avec un angle de contact de 65°

Que le diamètre de l'étoile est de 0.32m"

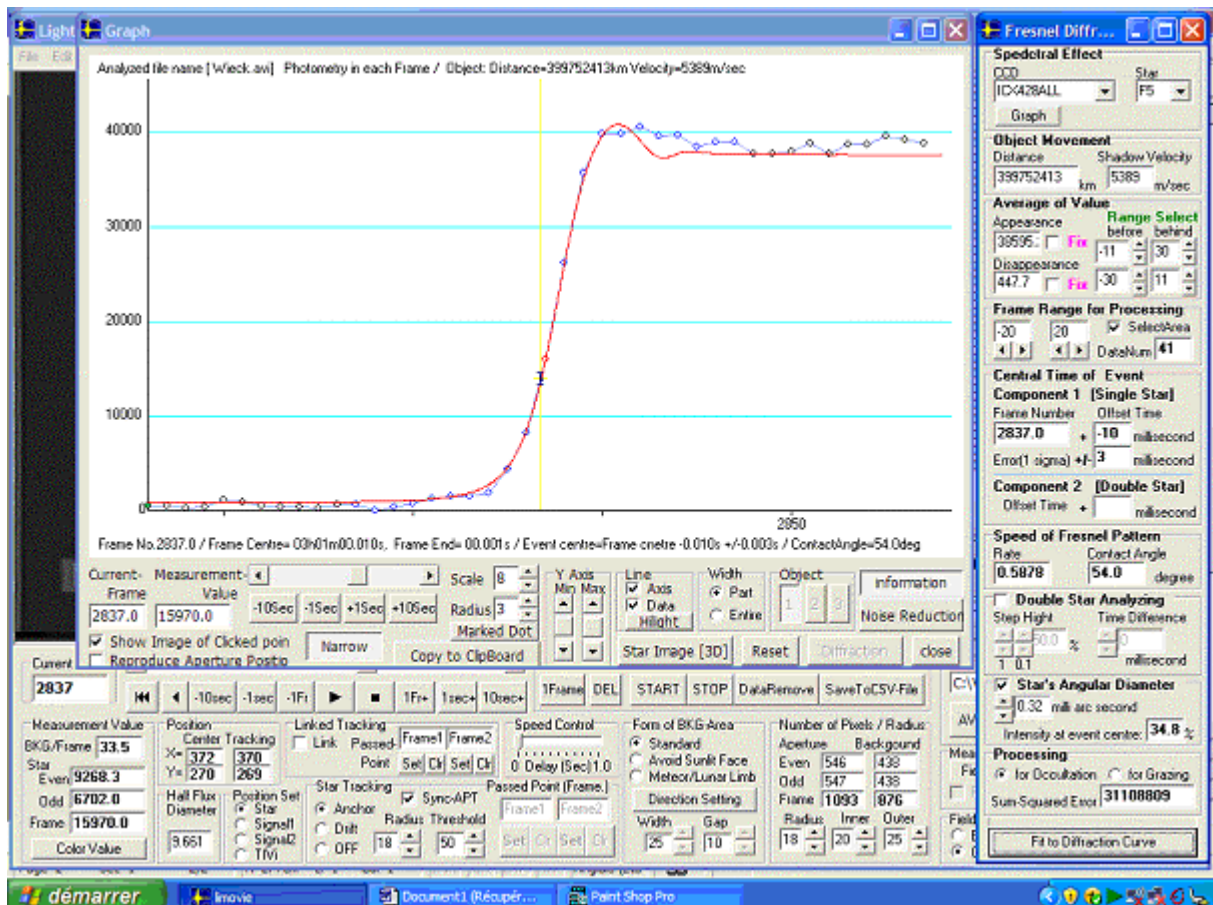
La correction du temps est de +12mS et l'erreur serait de +/- 4mS

AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES

Analyse d'une occultation (réapparition)



Adaptation d'une courbe de diffraction à la courbe de lumière (réapparition)



AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES

563

Cette fois il s'agit de l'image 2837 dont l'heure est 18h57m53s583

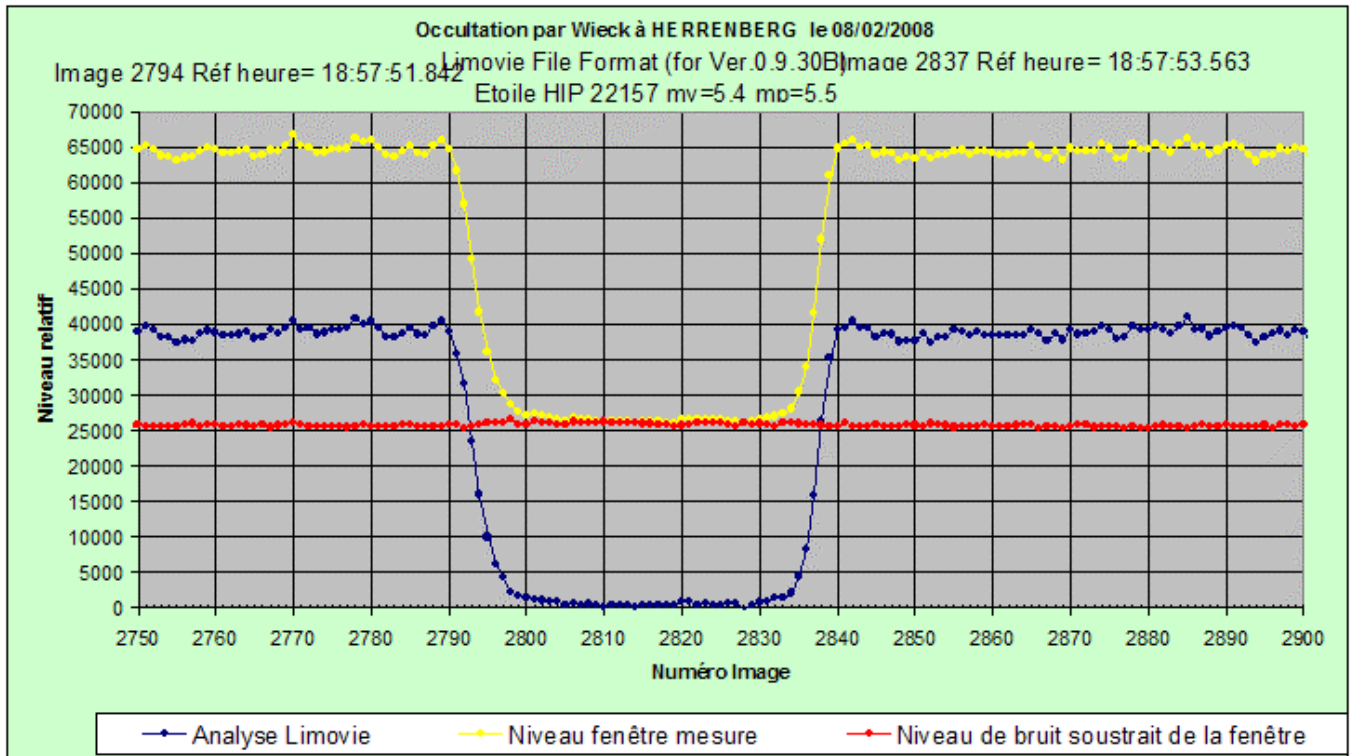
603

On trouve cette fois que la vitesse réelle est de 5389×0.5878 et que l'angle de contact est 54°

La correction en temps est de -10ms

L'erreur étant de $\pm 3\text{ms}$

On retrouve bien la différence de vitesse annoncée et par contre cela indique que la direction du mouvement n'est pas parallèle à l'axe de l'ellipsoïde.



En utilisant le fichier.CSV après transfert dans un tableur EXCEL on peut en ressortir les courbes suivantes :

Ce qui permet d'avoir une idée des divers éléments

La courbe en bleu est la valeur du flux mesuré par Limovie

La courbe en jaune est la valeur brute mesurée dans la fenêtre rouge (1093 pixels)

La courbe en rouge est obtenue par la valeur, dans l'anneau compris entre les deux fenêtres en bleu (876 pixels), divisée par 876 et multipliée par 1093

La courbe en bleu est la différence entre la valeur courbe jaune et la valeur courbe rouge pour chaque point.

La valeur moyenne du bruit par pixel est $26000/1093$ soit 23,78 ADU la valeur maxi sur 1 pixel peut être 255 d'où possibilité d'un rapport de 10,72 on voit que dans ce cas on est assez loin de ce résultat car le rapport n'est que de $65000/26000=2,5$.

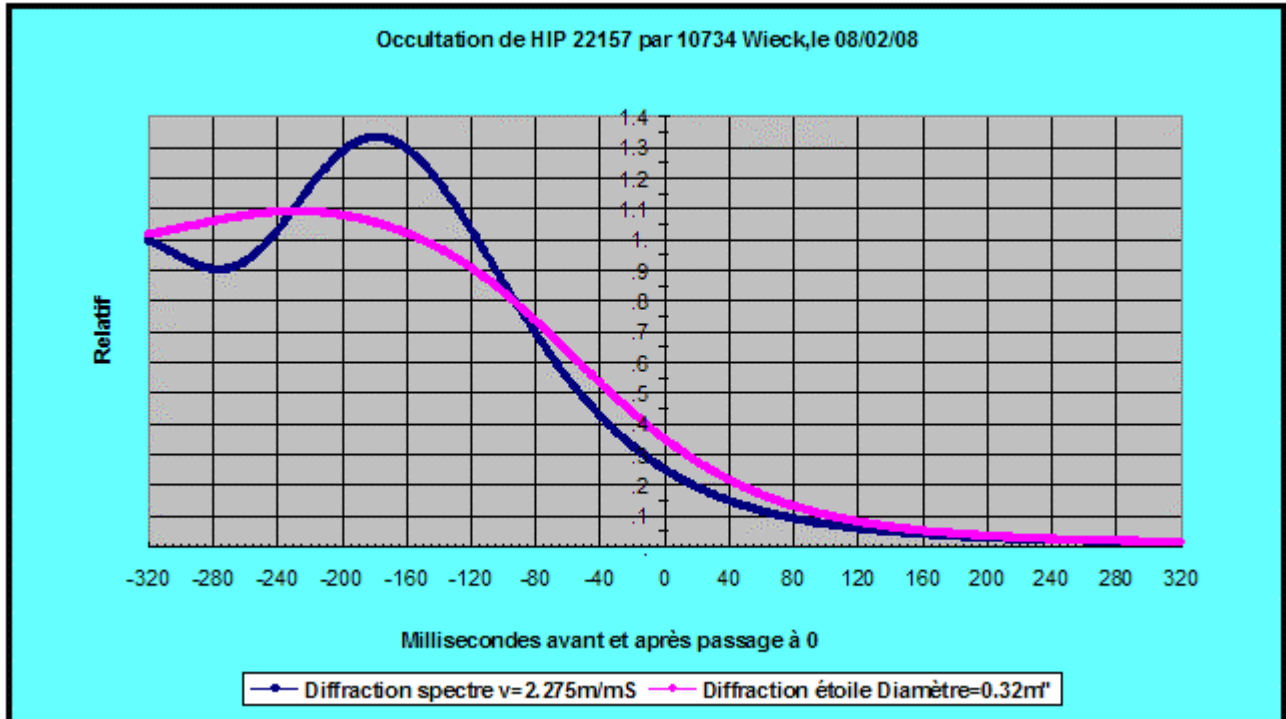
Ceci tient à un compromis fait entre le gain de la caméra et l'étalement de l'image de l'étoile pour éviter la saturation.

AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES

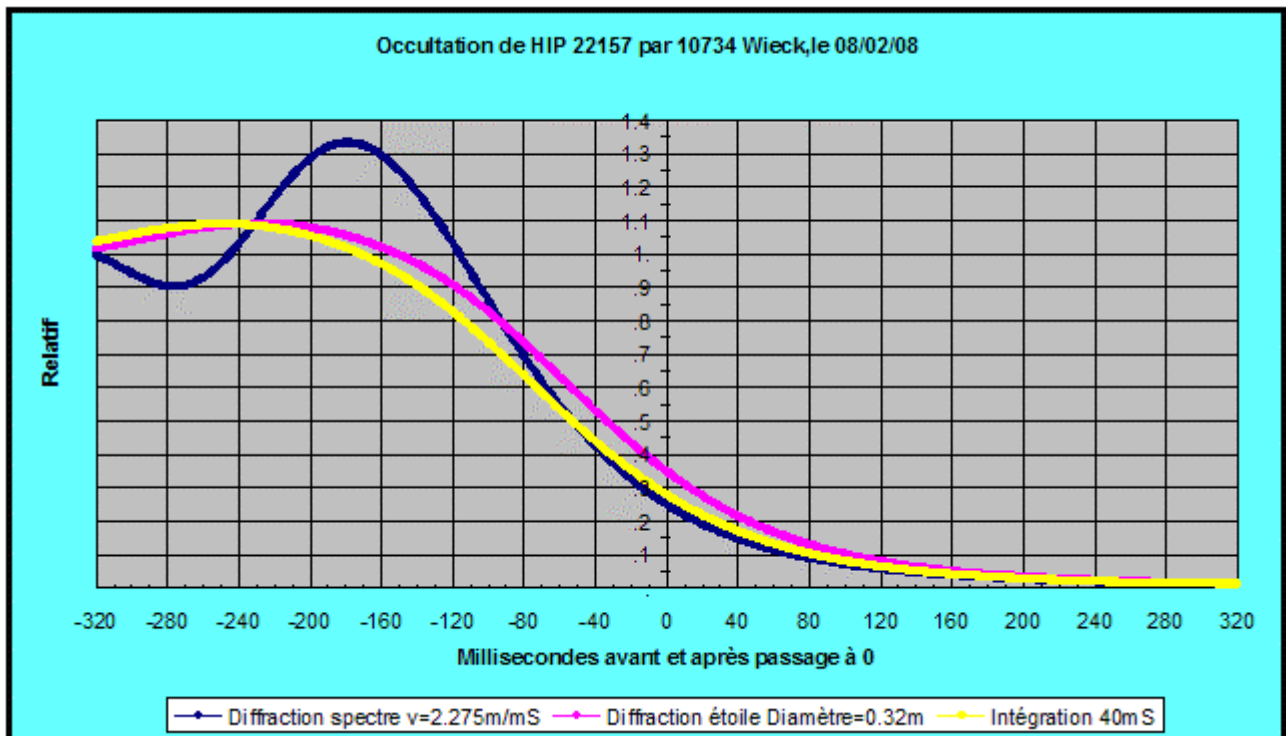
Muni de ces résultats on cherche une autre méthode utilisant les mesures pour les comparer à une courbe de diffraction tenant compte du temps d'intégration de 40 mS.

L'idée est la suivante :

On peut calculer une courbe théorique de diffraction (disparition ou réapparition) en utilisant les différentes réponses spectrales des caméras, filtres, corps noirs, et vitesse réelle d'approche corps occultant et occulté, puis l'effet amené par le diamètre de l'étoile.



Etape suivante calcul de la courbe d'intégration sur 40mS



C'est le calcul des valeurs obtenues en partant d'un point pris sur la courbe tenant compte du diamètre et en le moyennant avec les 39 valeurs suivantes, sens du temps croissant, sur cette même courbe, le résultat correspond à une intégration sur 40mS. C'est ce qui se passe avec une image vidéo.

AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES

Comme l'on connaît à la milli-seconde près le temps de début de l'image c'est à dire le début de l'intégration, on peut en superposant, les mesures faites, en les normalisant, obtenir sur cette courbe le positionnement en temps de l'image concernée.

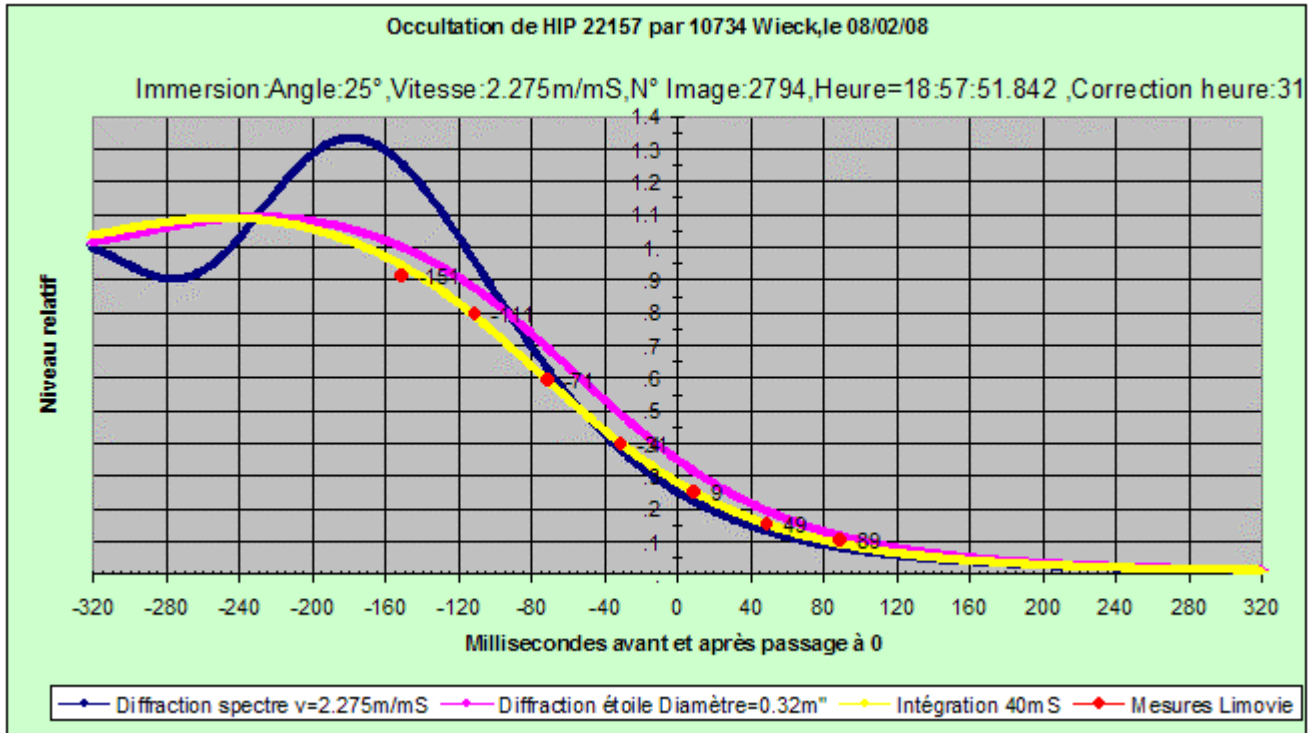


Image datée à 18h57m51.842s et ceci se trouve 31mS avant le passage à 0 qui donc aura lieu à 17h57m51.873s on a donc des repères précis pour la datation

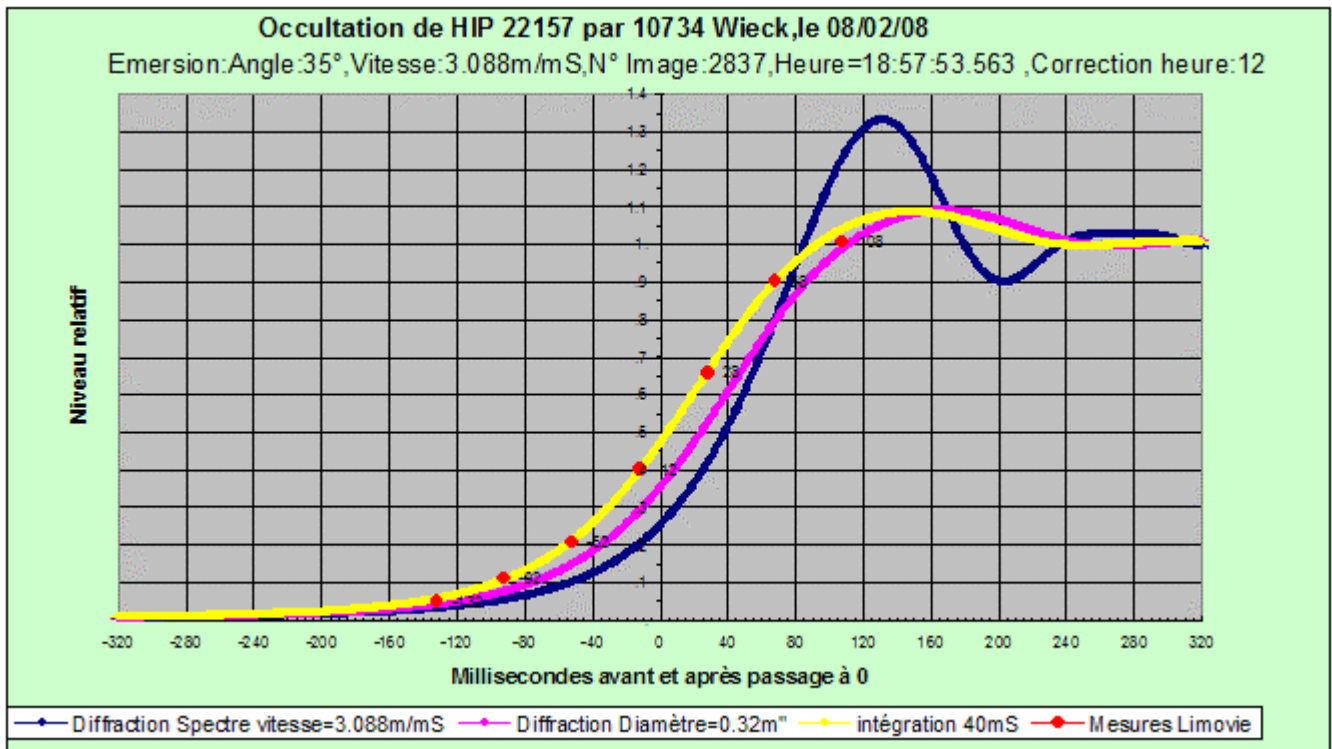


Image datée à 18h57m53.563s et ceci se trouve 11mS avant le passage à 0 qui donc aura lieu à 17h57m53.594s on a donc des repères précis pour la datation

Entre les deux méthodes il y a de l'ordre de 20mS d'écart je pense que dans Limovie la mesure est comparée à la courbe avec diamètre, et non avec la courbe d'intégration sur 40mS

AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES

Logiciel Caldif_Ast

Pour obtenir ces résultats le logiciel existant a dû être modifié pour étendre le domaine de calcul de la diffraction à $\pm 1200\text{mS}$ du point de passage à 0. Pour tenir compte à la fois du diamètre de l'étoile et de la vitesse du phénomène.

En fait les courbes Diamètre et Intégration concernent la position du centre de l'étoile pour un temps défini et sur le graphique ci dessus, la mesure, correspond à ce qui est obtenu pour des images dans les plages de temps entre -320 et $+320\text{mS}$ par rapport au point géométrique de l'occultation.

L'utilisation de ces courbes n'a de sens que dans la partie allant du maximum à 0

Les valeurs mesurées à l'aide de Limovie sont converties dans la même unité que les courbes, en divisant ces valeurs par la valeur présente dans la fenêtre « Appearance » de Limovie. Ensuite on choisit un point de la courbe situé à environ mi-hauteur, ce point est positionné au mieux sur la courbe, puis les autres points sont disposés toutes les 40mS , en modifiant la valeur de l'angle de la direction du mouvement par rapport au bord de l'astéroïde on recherche la meilleure adaptation des valeurs et de la courbe intégration 40mS .

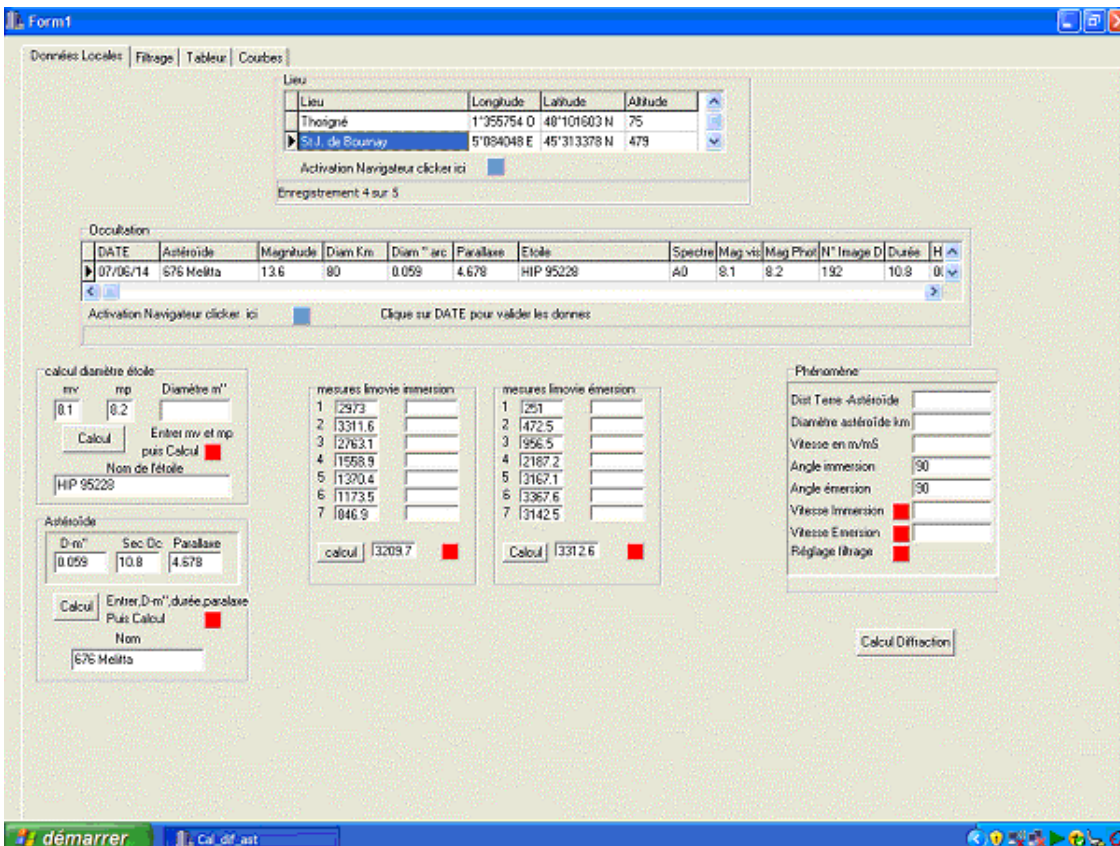
S'agissant d'un logiciel d'essais pour gagner du temps, différentes bases de données ont été créées :

- observatoires : lieu, longitude, latitude, altitude, opérateur
- Données concernant la réduction de l'occultation
- Réponse spectrale des caméras CCD
- Réponse spectrale des filtres
- Température des corps en fonction de la classification spectrale

Le logiciel est divisé en 4 onglets :

- Données Locales
- Filtrage
- Courbes
- Tableur

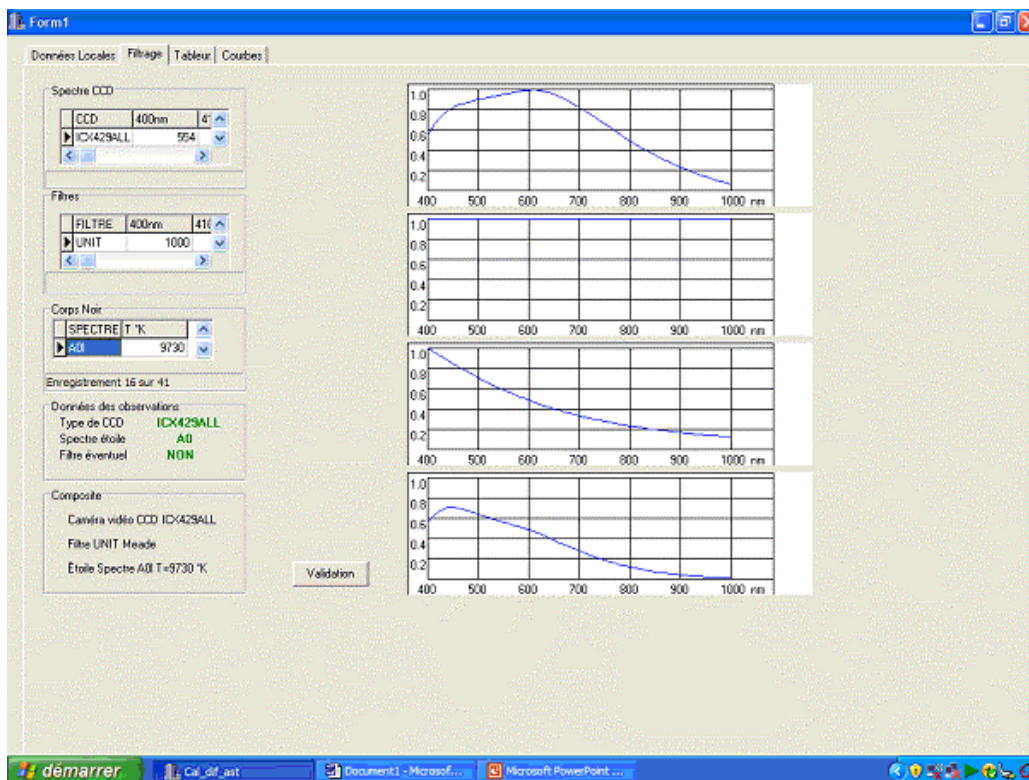
Ces différents affichages correspondent à différentes opérations et calculs qui seront décrits à l'aide des images de ces onglets



AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES

Cet onglet comporte un certain nombre de panneaux

- Lieu : permet de choisir le lieu
- Données de l'occultation (il faut cliquer sur le label DATE pour valider les données)
- Calcul diamètre étoile à partir des magnitudes visuelle et photographique(activé par le bouton calcul de la fenêtre)
- Astéroïde (activation du calcul de la distance Terre Astéroïde, durée occultation, vitesse sur le diamètre) les 3 premières cases de la fenêtre Phénomène sont activées
- Mesures Limovie immersion un click sur calcul met en place les valeurs normalisées
- Mesures Limovie émergence un click sur calcul met en place les valeurs normalisées.
- Phénomène on y trouve : la distance terre astéroïde, le diamètre de l'astéroïde, la vitesse radiale du phénomène, un choix éventuel des angles d'immersion et d'émergence puis un click sur les cases blanches Vitesse Immersion et Vitesse Emergence effectue les calculs et font passer les carrés au vert. Un click sur le carré rouge réglage filtrage fait passer dans l'onglet Filtrage.
- Après passage dans cet onglet on revient dans l'onglet données locales
- Pour que le résultat soit correct il faut que tous les carrés rouge soient au vert.
- Un click sur le bouton Calcul Diffraction entraîne les différents calculs puis le passage dans l'onglet Courbes



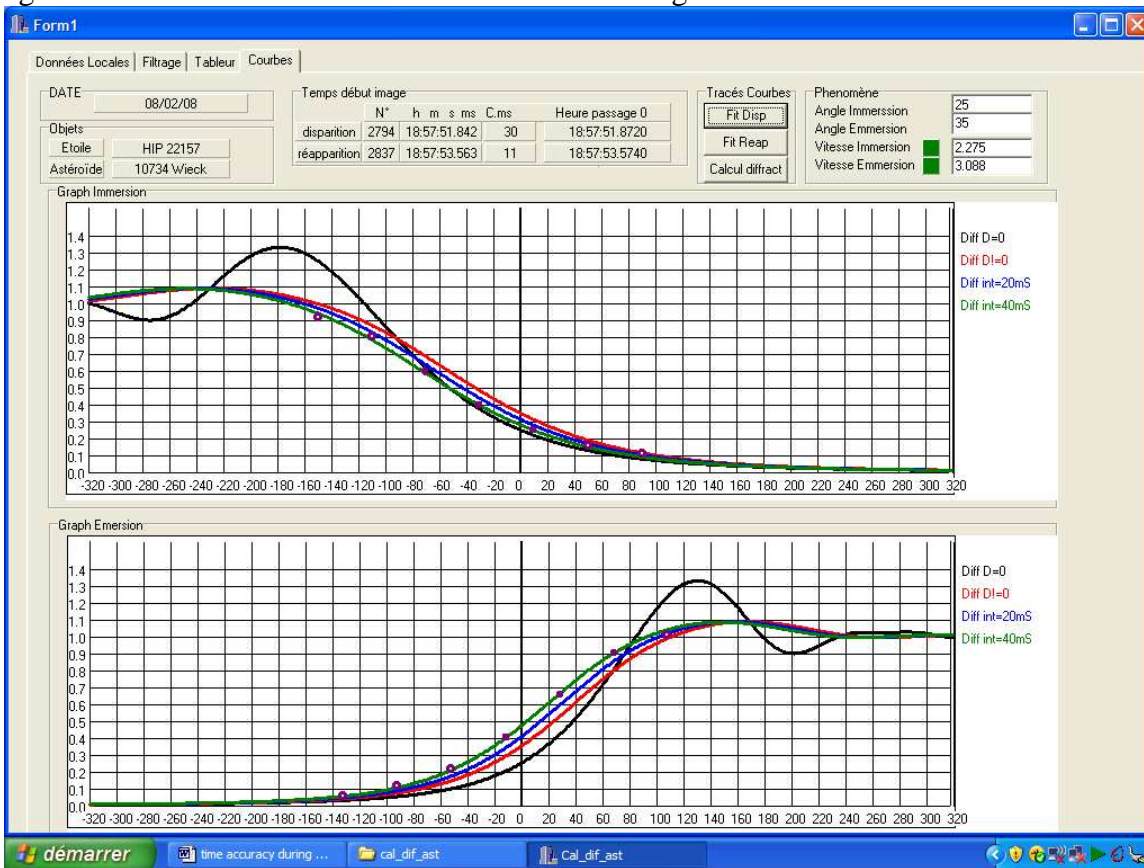
A l'aide des boutons haut bas des différentes fenêtres on choisit les valeurs des différents éléments en suivant les indications de la fenêtre « Données des observations »

Les 4 graphiques donnent les réponses spectrales :

- CCD caméra
- Filtre : sur cette figure, la réponse du filtre est plate et égale à 1 (pas de filtre)
- Réponse du corps noir du spectre choisi
- Réponse Composite

AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES

Un click sur Validation renvoie à l'onglet Données Locales et fait passer au vert le carré réglage filtrage. Un click sur Calcul diffraction fait afficher l'onglet Courbes



Cet onglet reproduit :

- La date
- Le numéro de l'étoile
- Les numéros et nom de l'astéroïde
- Les numéros d'images et heures de début des images
- Les corrections à effectuer
- Les heures de passages
- Le réglage des angles d'émersion et d'immersion, à chaque changement les carré concernés passent au rouge il faut cliquer dans les fenêtres correspondantes pour repasser au vert
- Un bouton de calcul de diffraction
- 2 boutons d'adaptation des mesures aux courbes

AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES

Données Locales | Filtrage | Tableau | Courbes

1	Occultation de HIP 22157 par 10734 Wieck					Lieu	Herrenberg				
2	Date	08/02/08				Longitude	08°49'59.3 E				
3	D. étoile	0.3188				Latitude	48°37'24.8 N				
4		Angle	Vitesse	N° Image	Heure	Altitude	541				
5	Immersion	25	2.275	2794	18:57:51.842						
6	Emerision	35	3.088	2837	18:57:53.563						
7	Lambda	nm	400	410	420	430	440	450	460	470	480
8	CCD	ICX429ALL	0.554	0.633	0.7	0.756	0.799	0.828	0.85	0.866	0.879
9	Filtre	UNIT	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	Corps Noir	6900°K	0.994	0.999	1.000	0.999	0.995	0.989	0.981	0.971	0.960
11	Composite	Reponse	0.551	0.632	0.700	0.755	0.795	0.819	0.834	0.841	0.844
12	D ETL m	618.47201									
13	D ETL Pas	271.85582									
14	Spc c_Im.	Diam_Im	Spc c_Em	Diam_Em	mS	40mS_Im	20mS_Im	40mS_Em	20mS_Em		
15	1.0012	1.001	.0004	.0005	-1200.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
16	1.0012	1.001	.0004	.0005	-1199.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
17	1.0012	1.001	.0004	.0005	-1198.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
18	1.0011	1.001	.0004	.0005	-1197.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
19	1.0011	1.001	.0004	.0005	-1196.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
20	1.0009	1.001	.0004	.0005	-1195.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
21	1.0008	1.001	.0004	.0005	-1194.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
22	1.0007	1.001	.0004	.0005	-1193.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
23	1.0006	1.001	.0004	.0005	-1192.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
24	1.0006	1.001	.0004	.0005	-1191.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
25	1.0005	1.001	.0004	.0005	-1190.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
26	1.0005	1.001	.0004	.0005	-1189.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
27	1.0004	1.001	.0004	.0005	-1188.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
28	1.0005	1.001	.0004	.0005	-1187.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
29	1.0005	1.001	.0004	.0005	-1186.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
30	1.0006	1.001	.0004	.0005	-1185.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
31	1.0006	1.001	.0004	.0005	-1184.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		

Sheet1

Affichage des résultats des calculs un double click droit permet l'affichage d'un tableau

Données Locales | Filtrage | Tableau | Courbes

1	Occultation de HIP 22157 par 10734 Wieck					Lieu	Herrenberg				
2	Date	08/02/08				Longitude	08°49'59.3 E				
3	D. étoile	0.3188				Latitude	48°37'24.8 N				
4		Angle	Vitesse	N° Image	Heure	Altitude	541				
5	Immersion	25	2.275	2794	18:57:51.842						
6	Emerision	35	3.088	2837	18:57:53.563						
7	Lambda	nm	400	410	420	430	440	450	460	470	48
8	CCD	ICX429ALL	0.554	0.633	0.7	0.756	0.799	0.828	0.85	0.866	0.87
9	Filtre	UNIT	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	Corps Noir	6900°K	0.994	0.999	1.000	0.999	0.995	0.989	0.981	0.971	0.96
11	Composite	Reponse	0.551	0.632	0.700	0.755	0.795	0.819	0.834	0.841	0.84
12	D ETL m	618.47201									
13	D ETL Pas	271.85582									
14	Spc c_Im.	Diam_Im	Spc c_Em	Diam_Em	mS	40mS_Im	20mS_Im	40mS_Em	20mS_Em		
15	1.0012	1.001	.0004	.0005	-1200.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
16	1.0012	1.001	.0004	.0005	-1199.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
17	1.0012	1.001	.0004	.0005	-1198.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
18	1.0011	1.001	.0004	.0005	-1197.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
19	1.0011	1.001	.0004	.0005	-1196.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
20	1.0009	1.001	.0004	.0005	-1195.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
21	1.0008	1.001	.0004	.0005	-1194.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		
22	1.0007	1.001	.0004	.0005	-1193.0	1.00103	1.00103	.00052	.00052		

Sheet1

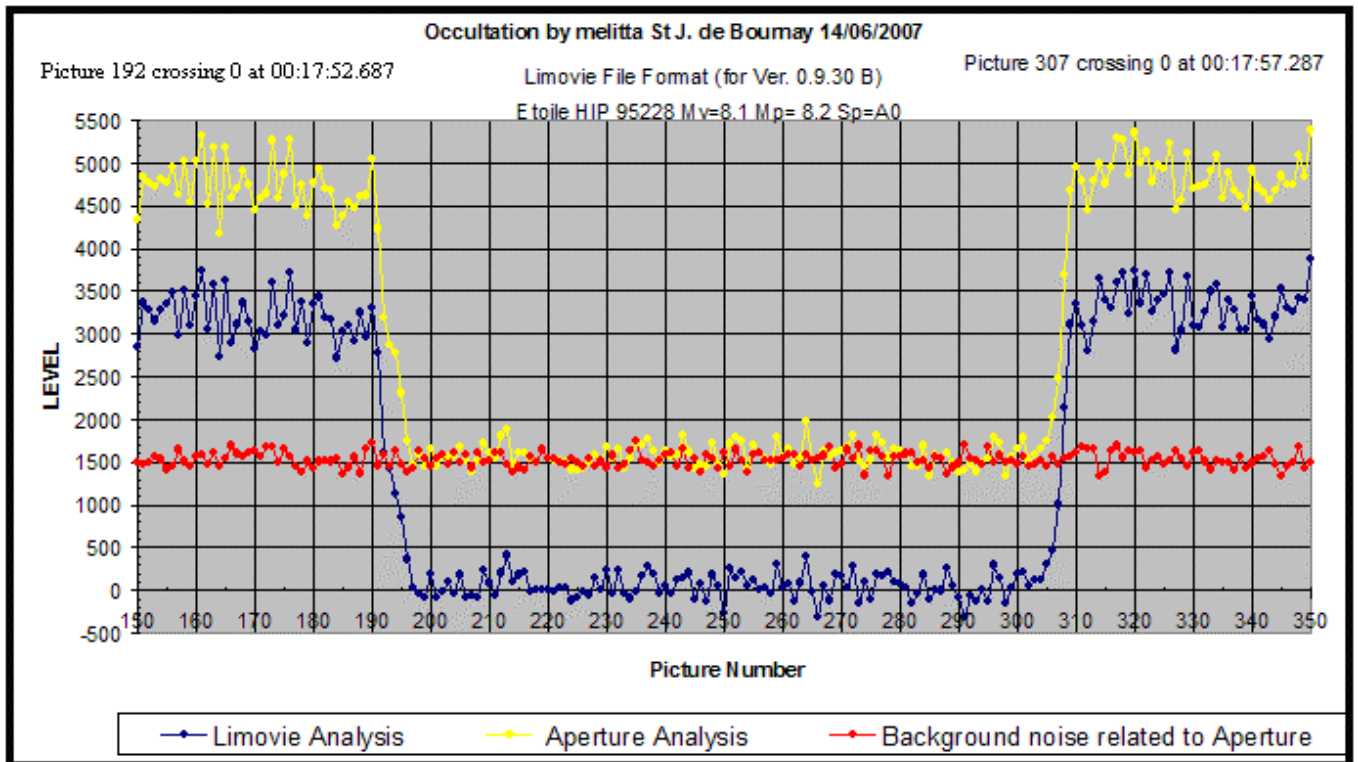
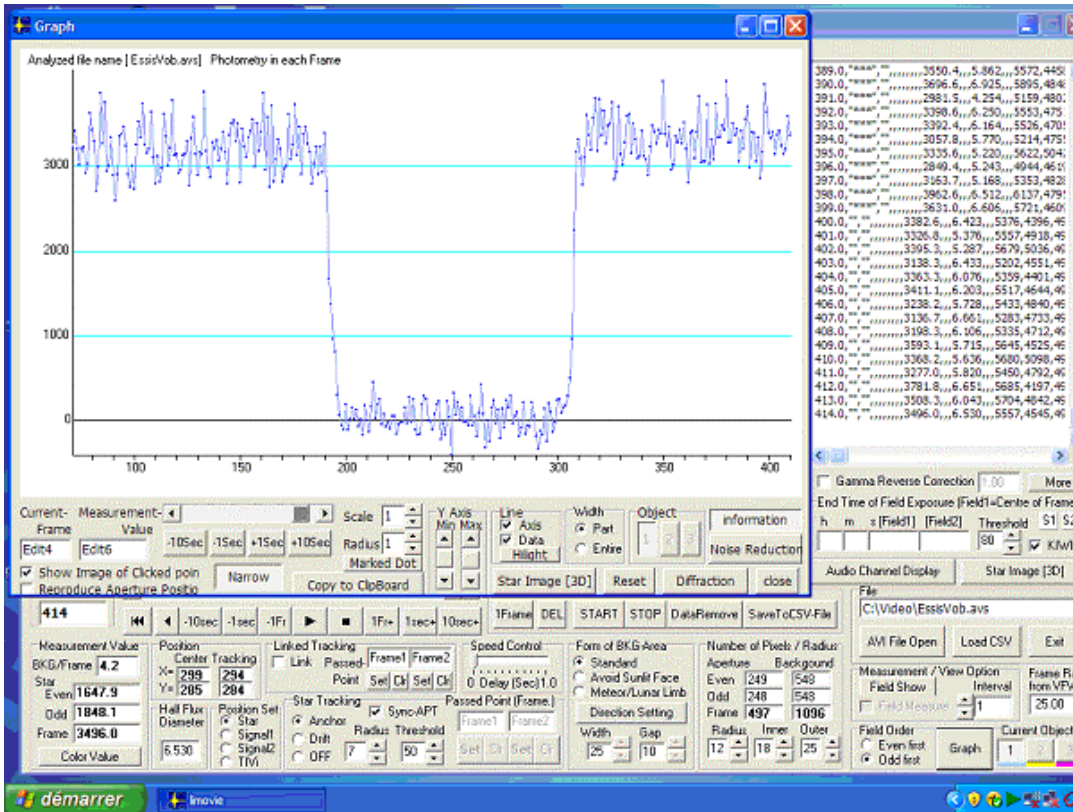
For Help, press F1

qui peut être sauvé dans un fichier EXCEL, ce qui permet de tracer les courbes en format exploitable

AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES

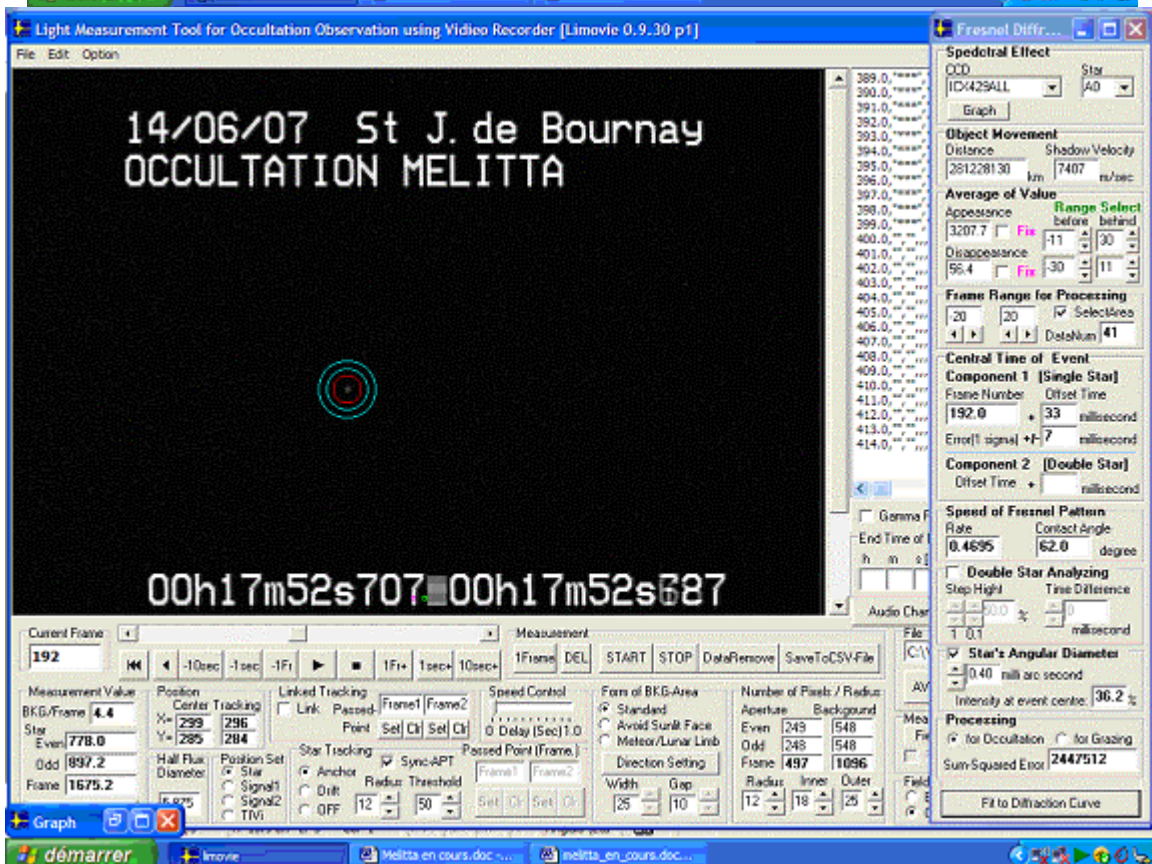
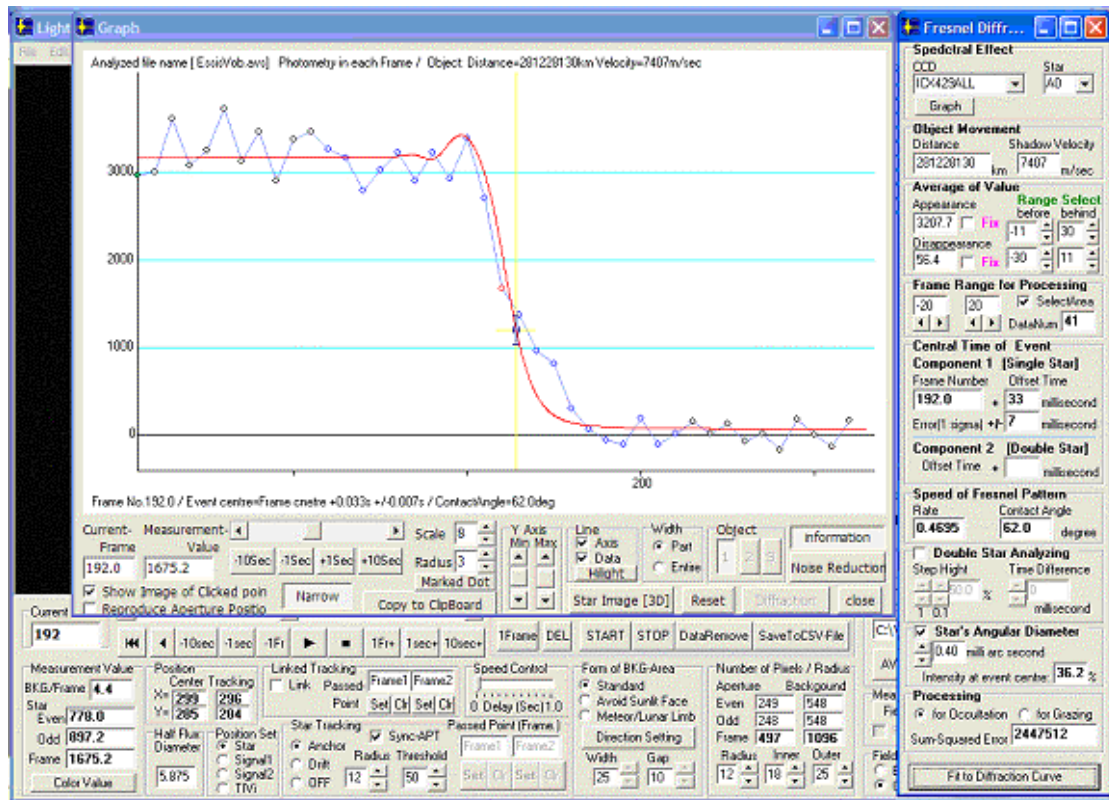
On voit que cette méthode semble prometteuse on teste donc sur 3 autres occultations pour voir si c'est reproductible

Occultation par Melitta

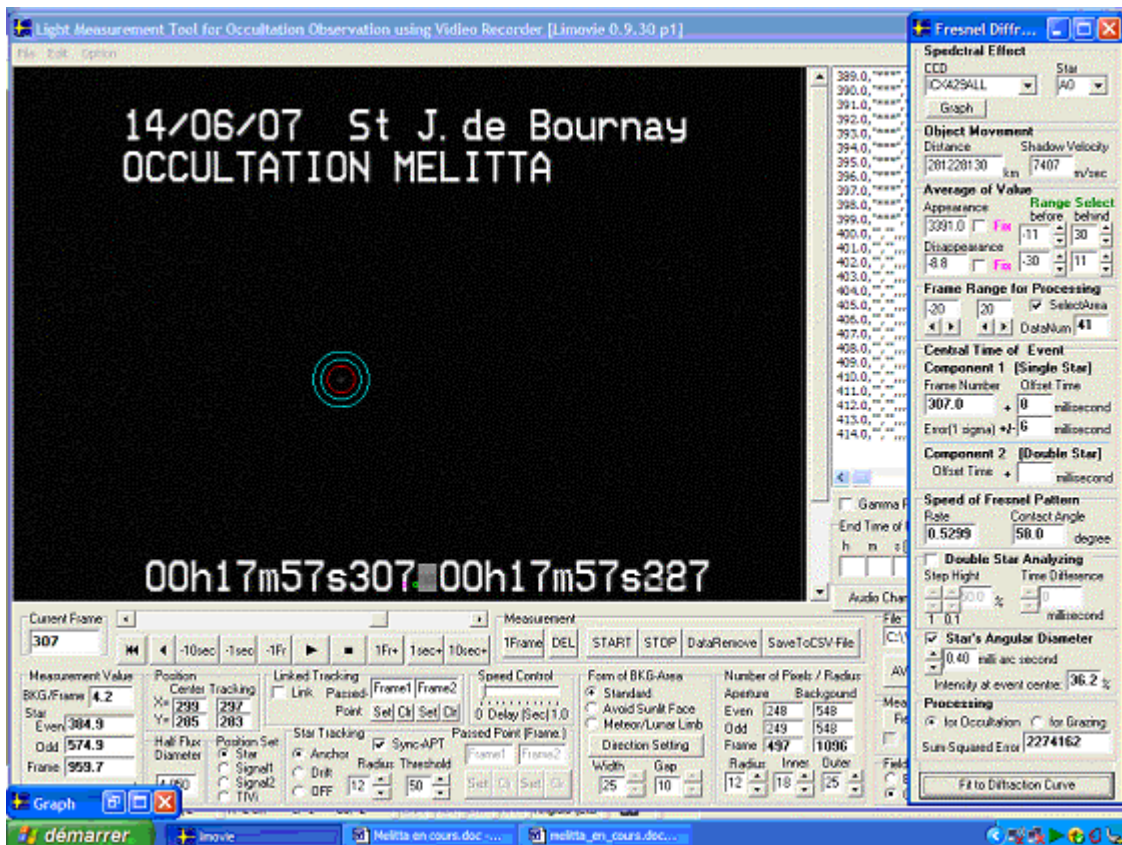
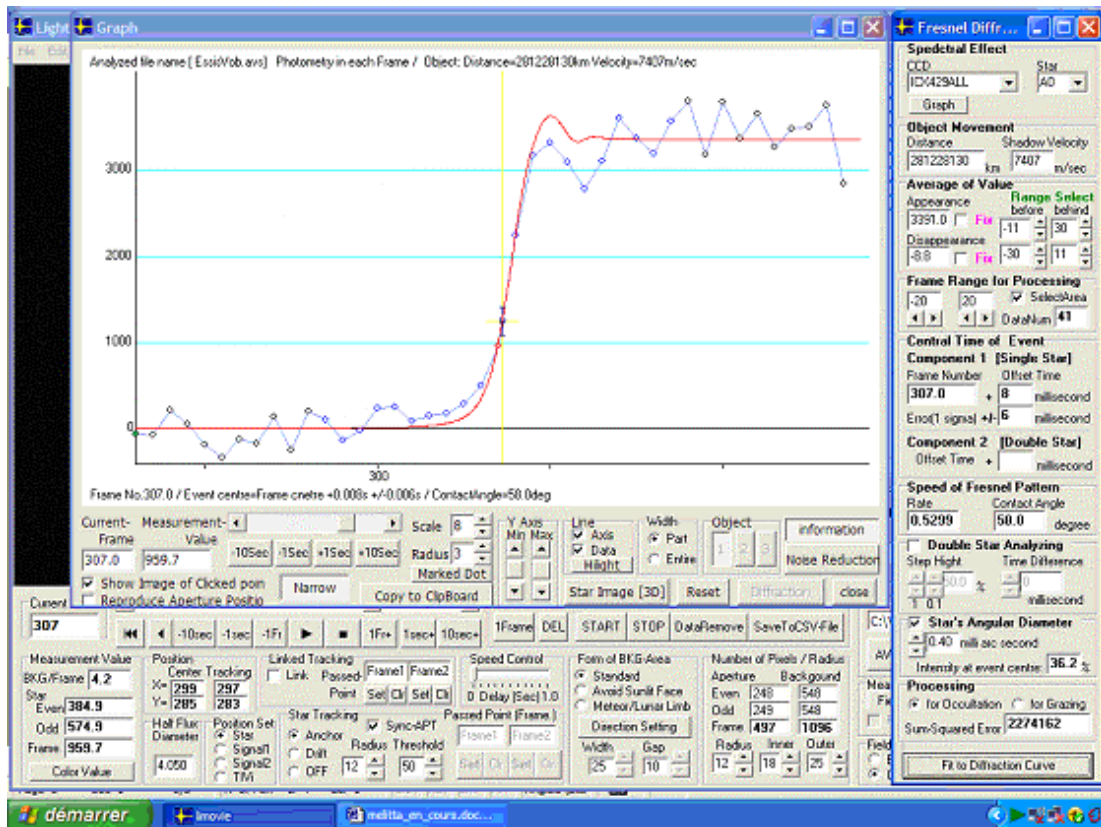


Dans ce cas le bruit par pixel n'est plus que 1500/497 soit 3
 Ce qui devrait permettre 255/3 soit un rapport signal bruit de 85
 La réalité est 4700/1500 soit 3,13

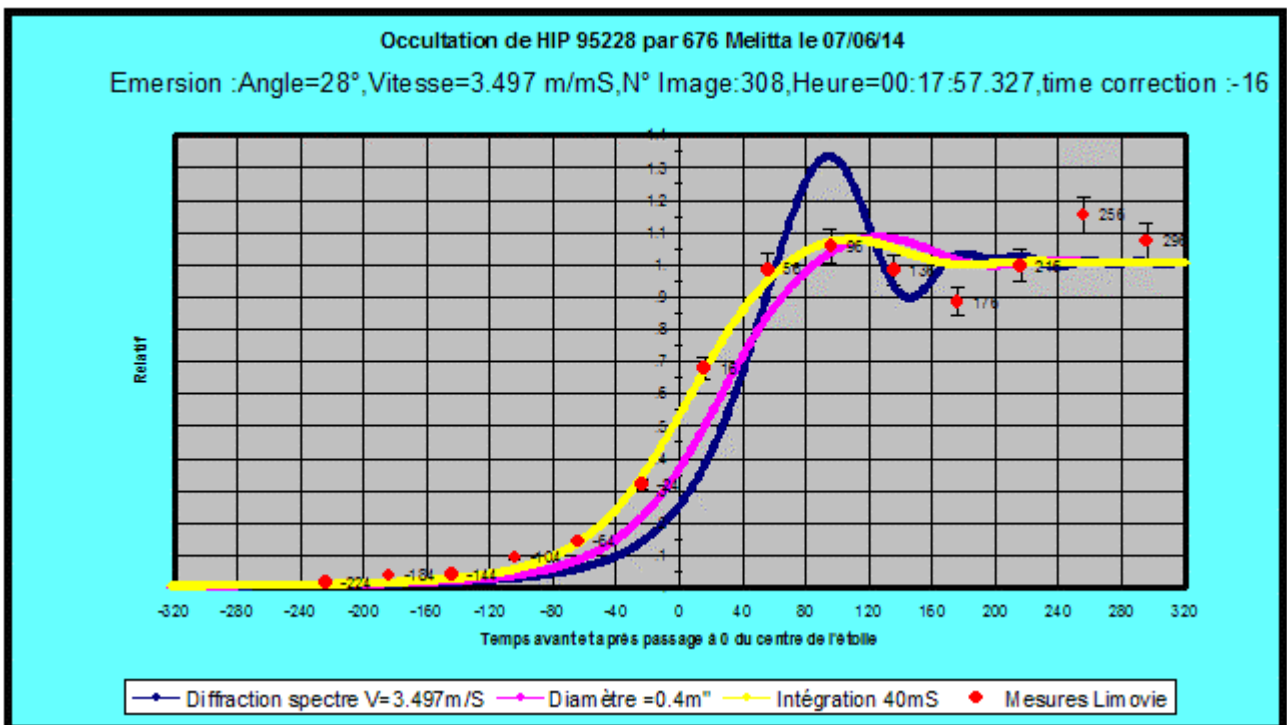
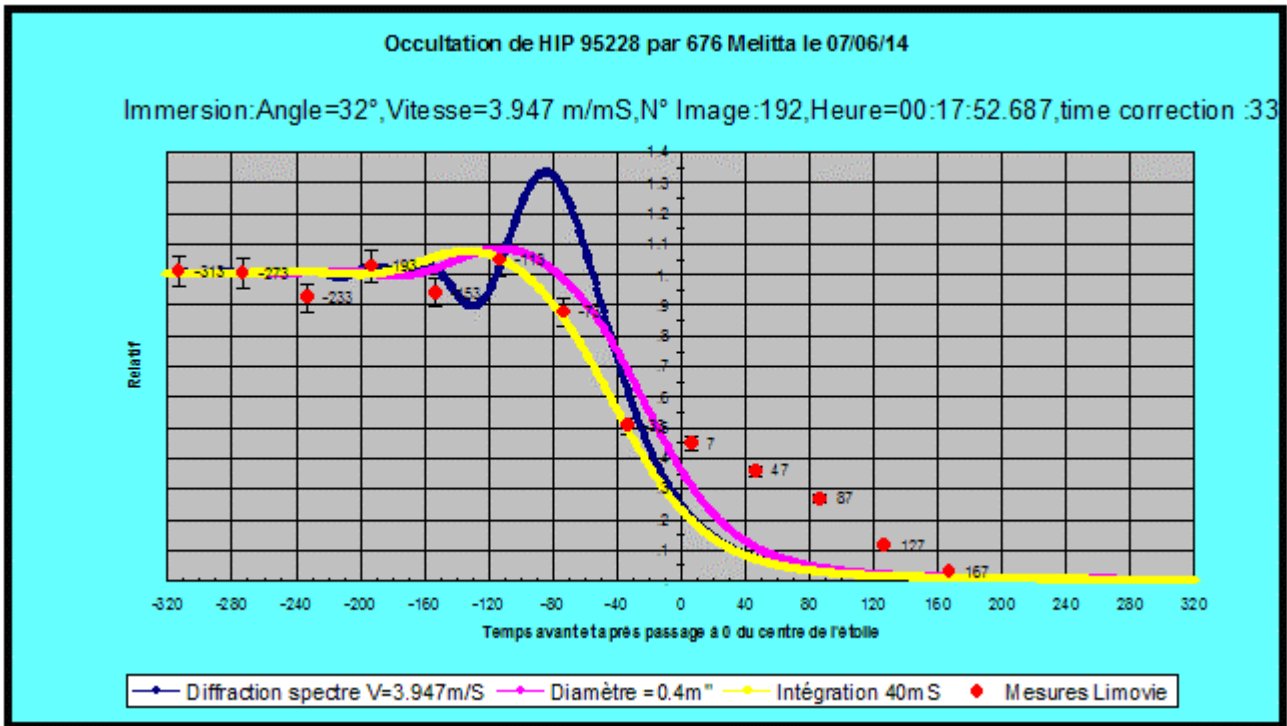
AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES



AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES



AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES



Résultats

Limovie

Perso

Immersion image 192

0h17m52.720

192

0h17m52.720

Emersion image 307

0h17m57.295

308

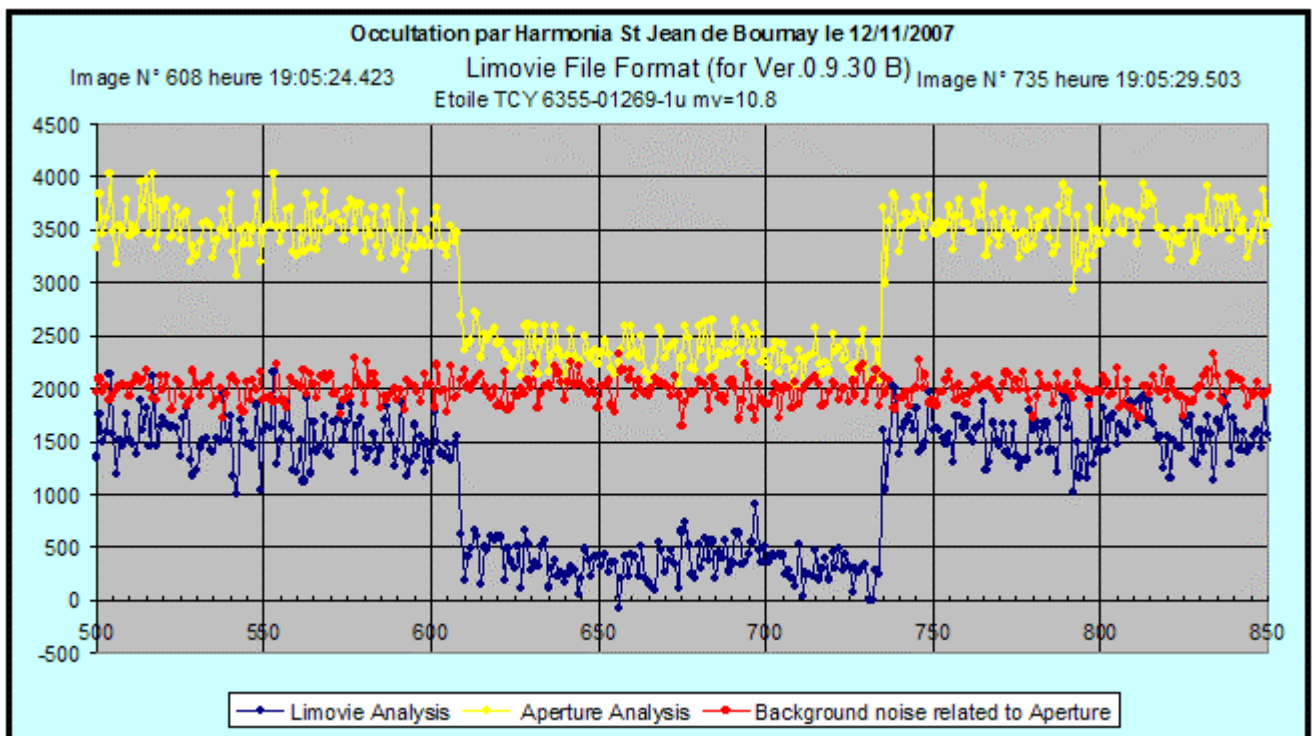
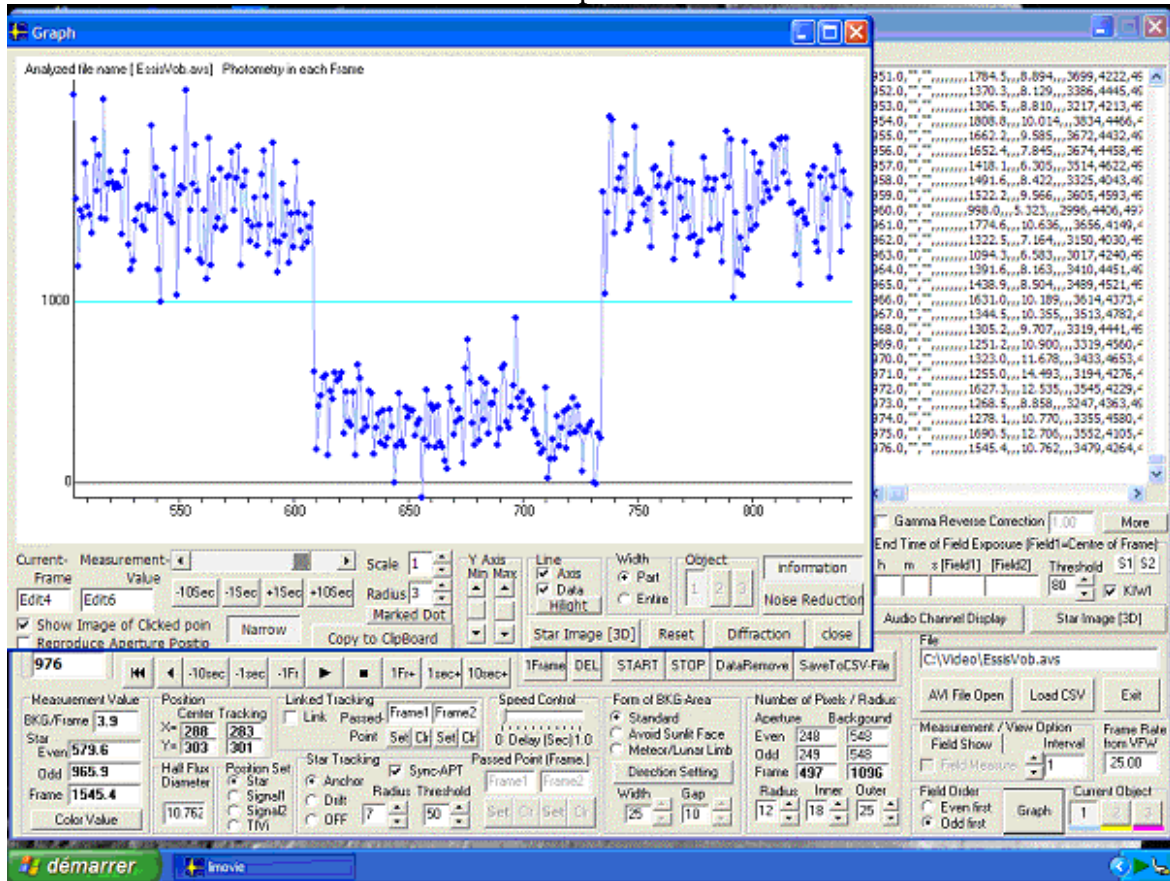
0h17m52.311

Sur l'immersion il y a soit, une variation du relief de l'astéroïde, soit une étoile double

Le diamètre calculé de l'étoile n'est pas correct elle n'est sans doute pas sur la séquence principale du diagramme HR

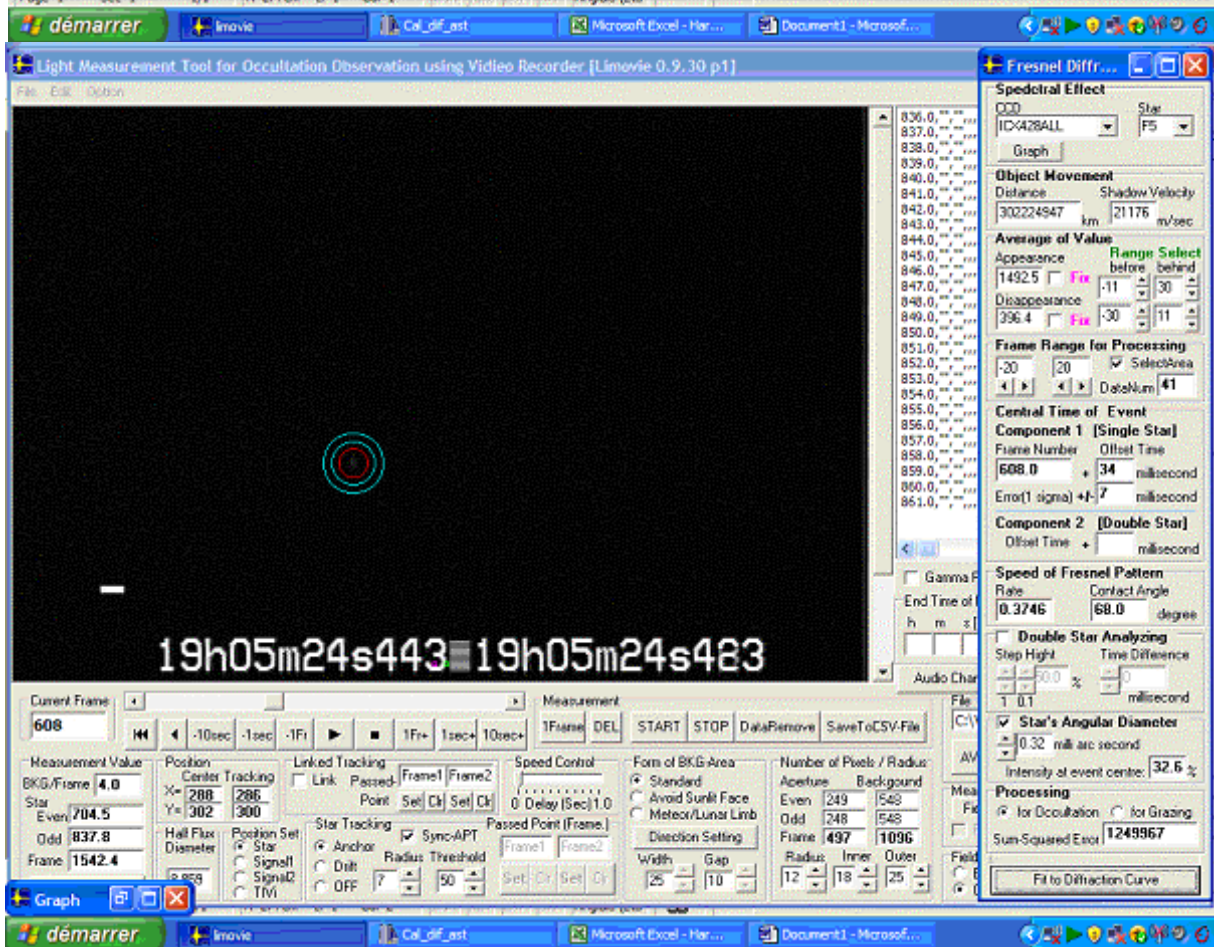
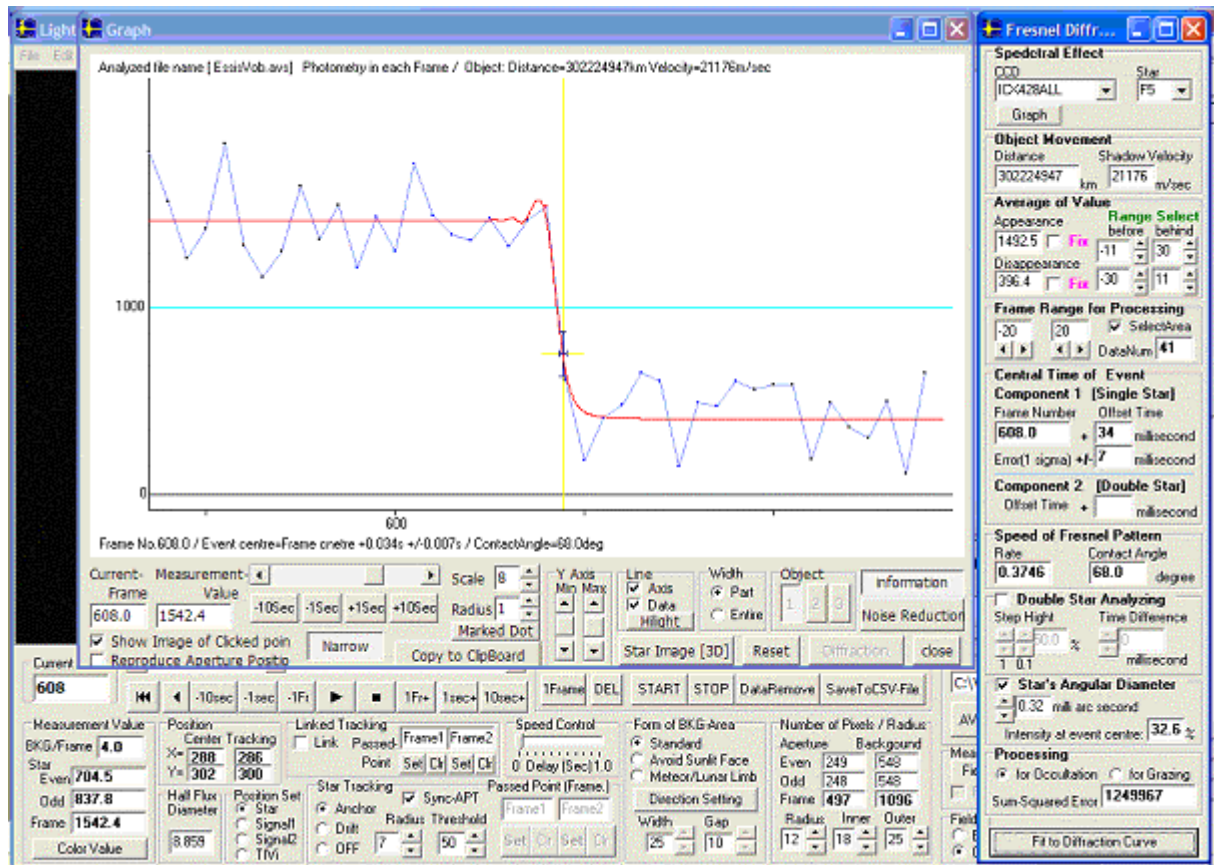
AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES

Occultation par Harmonia

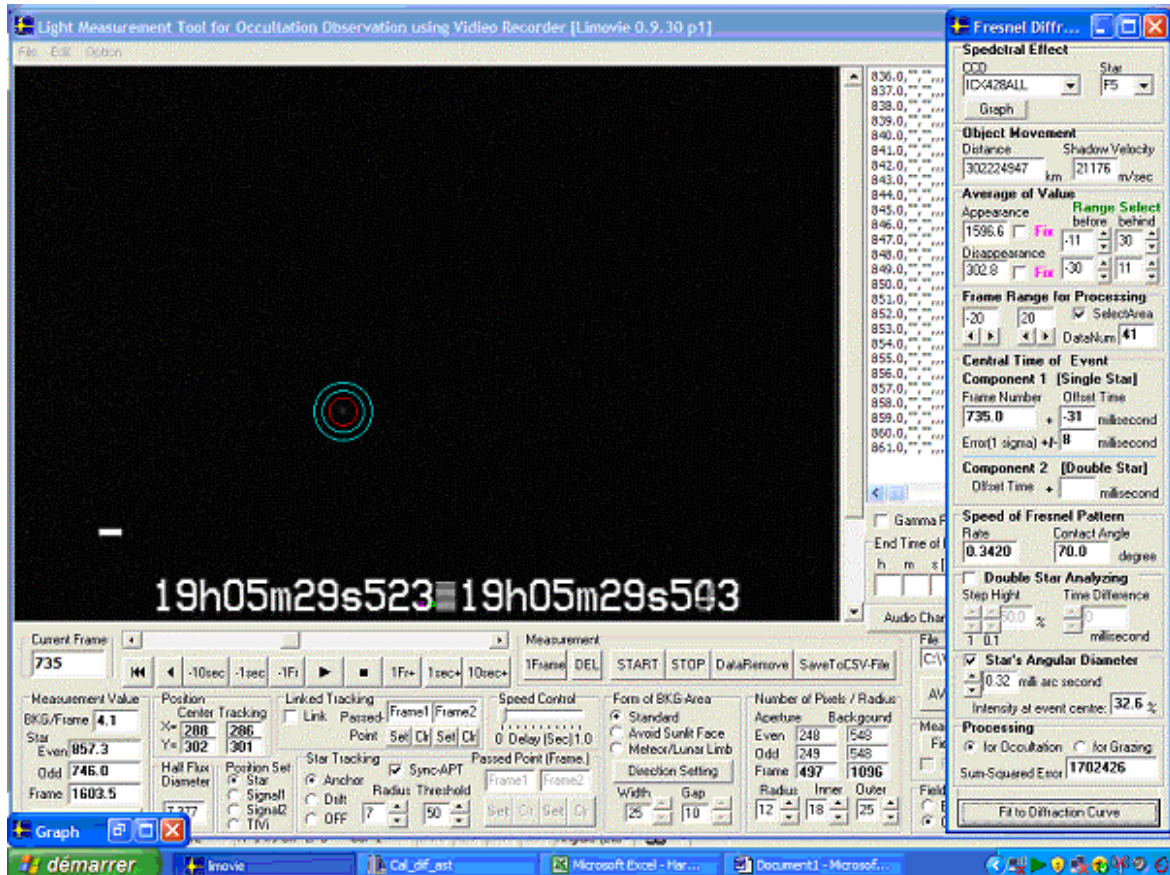
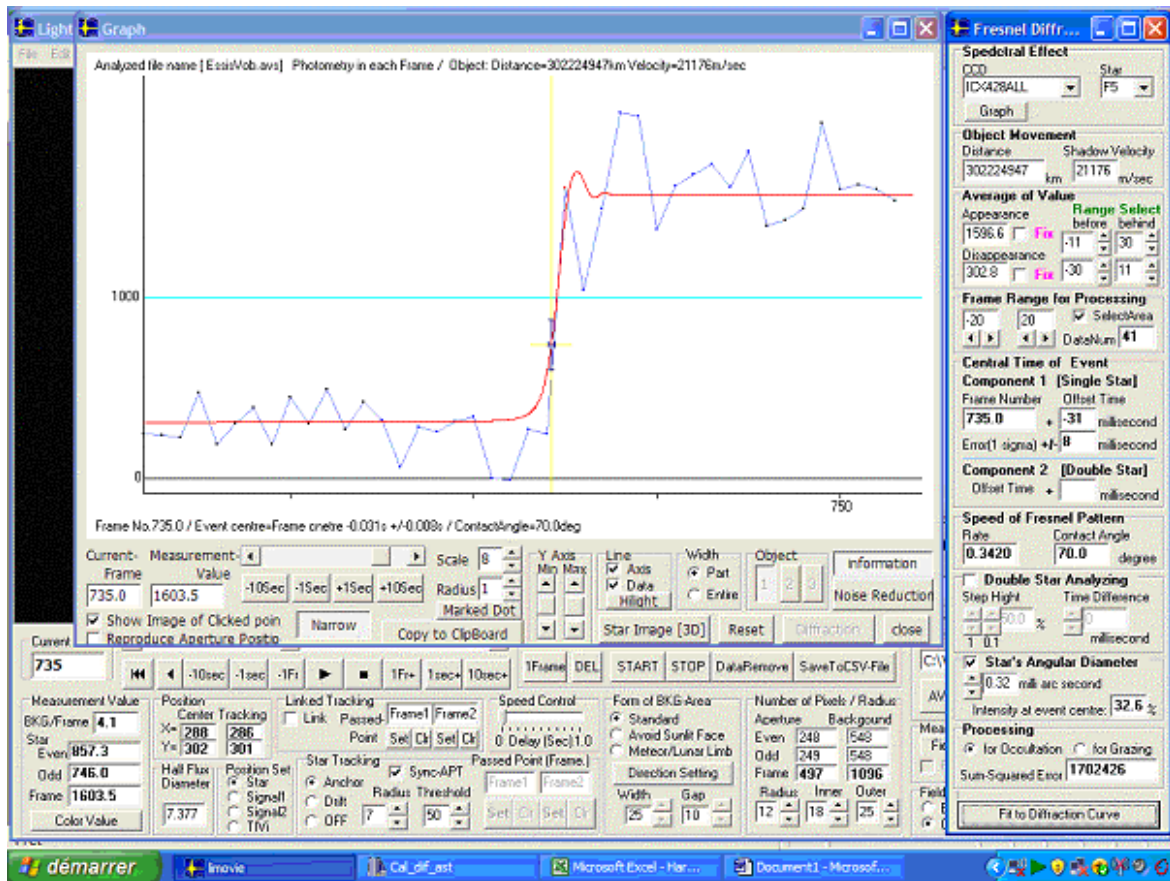


Dans ce cas le bruit par pixel n'est plus que 2000/497 soit 4
 Ce qui devrait permettre 255/4 soit un rapport signal bruit de 63
 La réalité est 3500/2000 soit 1.75

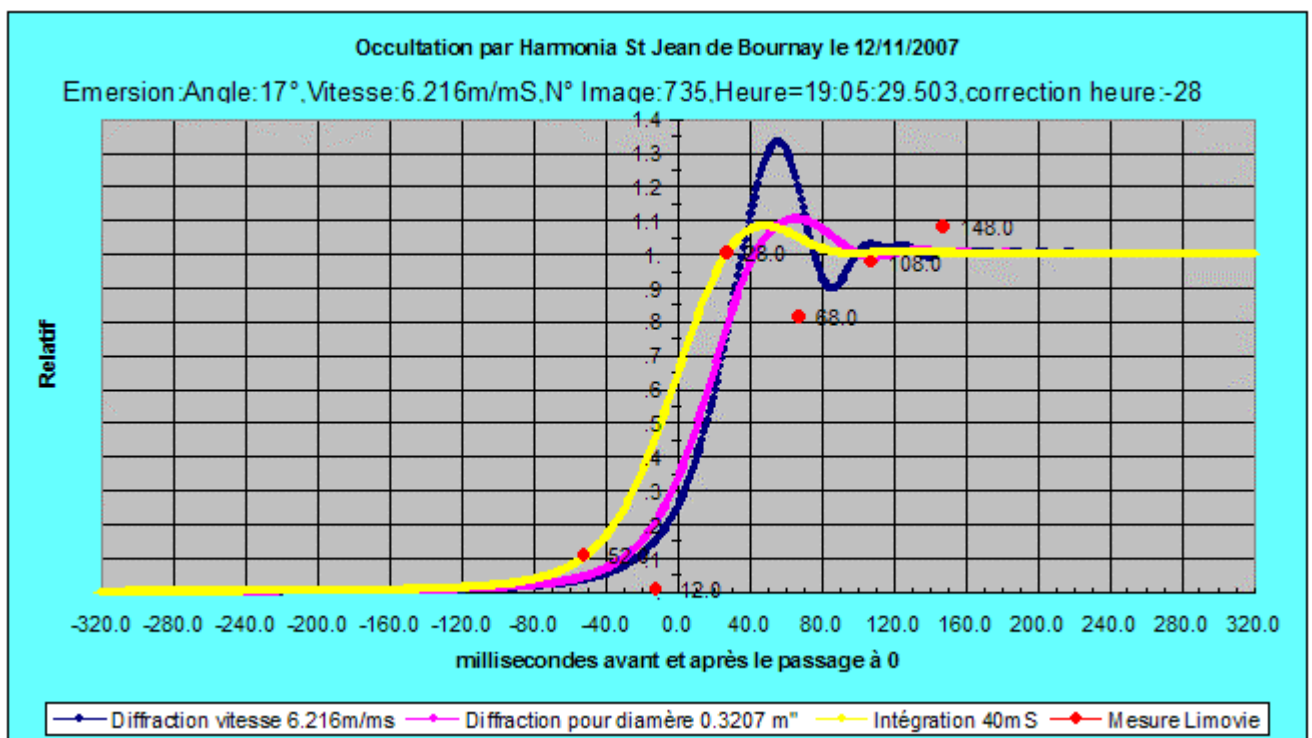
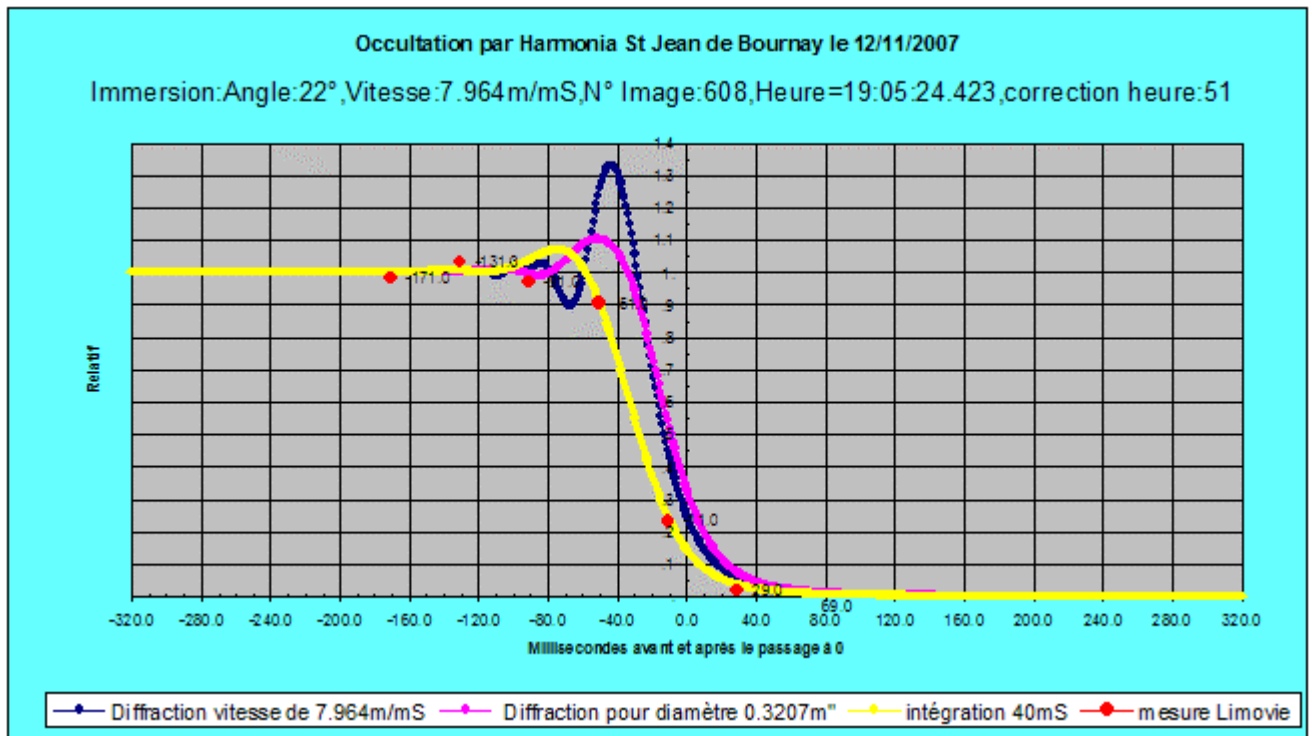
AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES



AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES



AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES



Résultats

Limovie

Perso

Immersion image 608

19h05m24.457

608

19h05m24.474

Emersion image 735

19h05m29.472

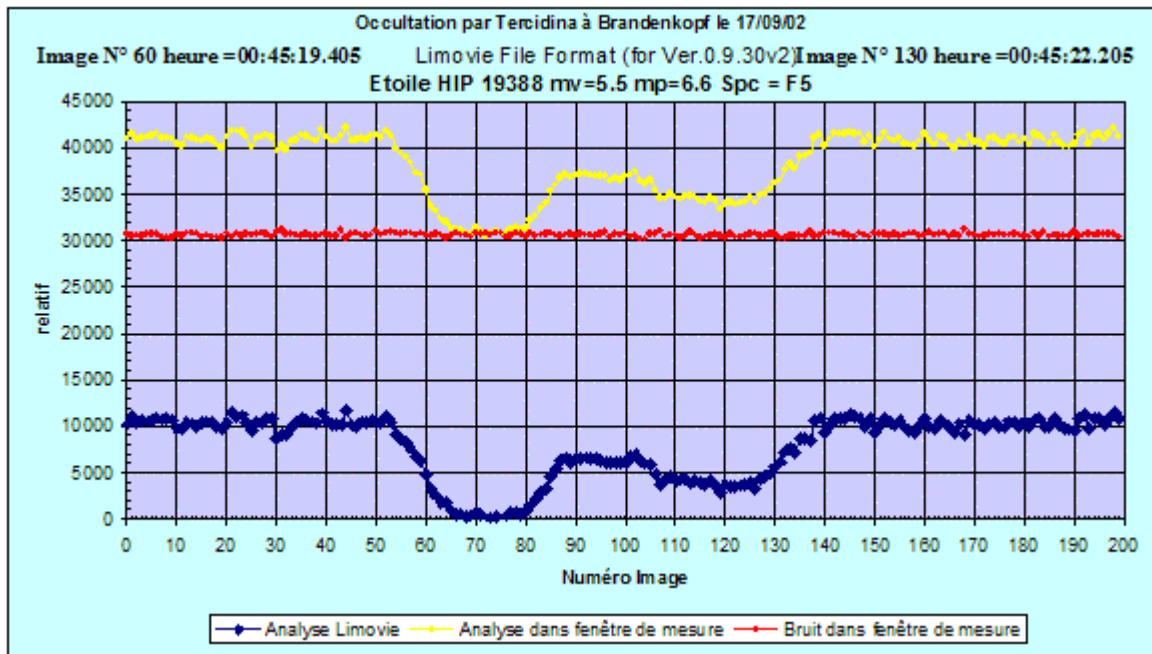
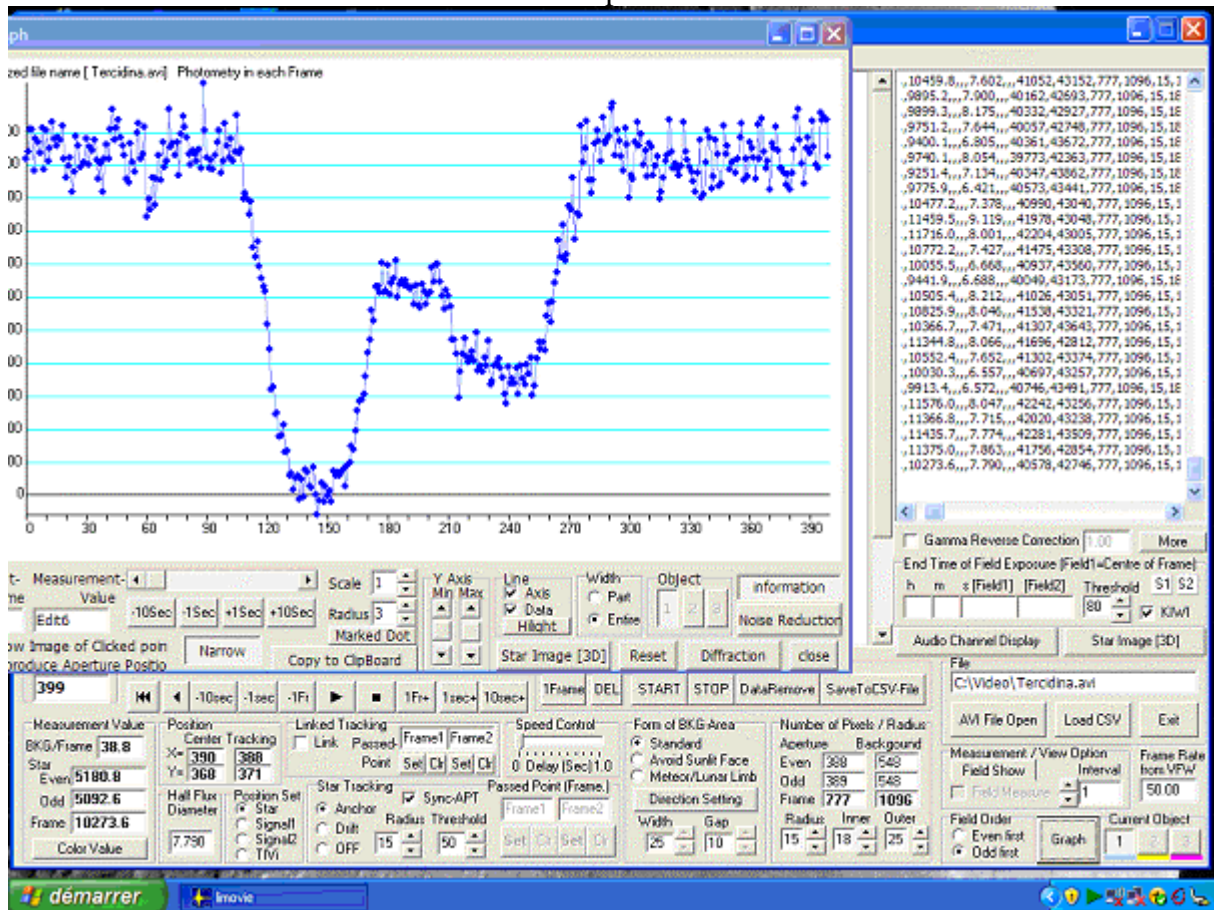
735

19h05m29.475

Comme le phénomène est rapide il n'y a pas beaucoup de points de mesures dans la zone intéressante d'où une moins bonne précision d'autant que la réapparition est un peu erratique
Le diamètre calculé semble correct

AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES

Occlusion par Tercidina



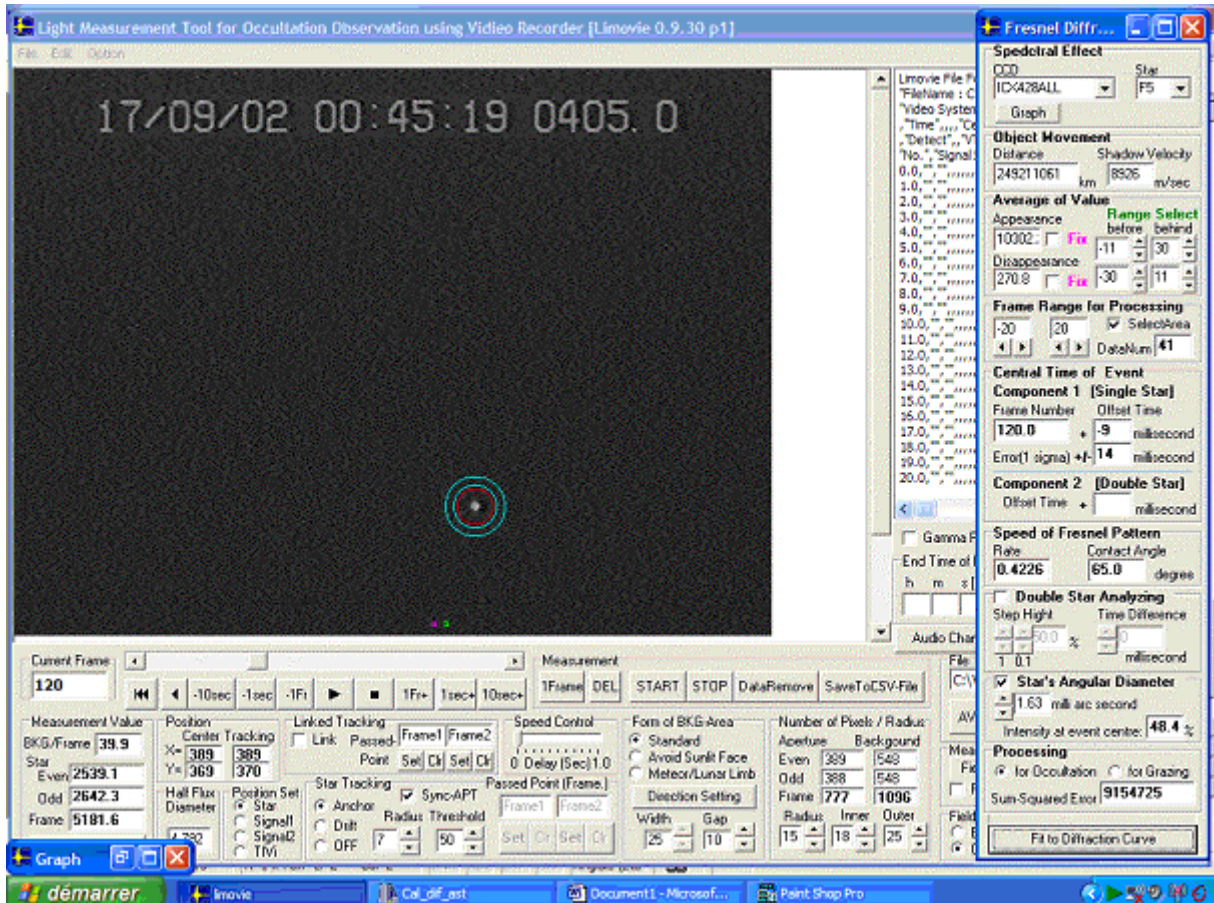
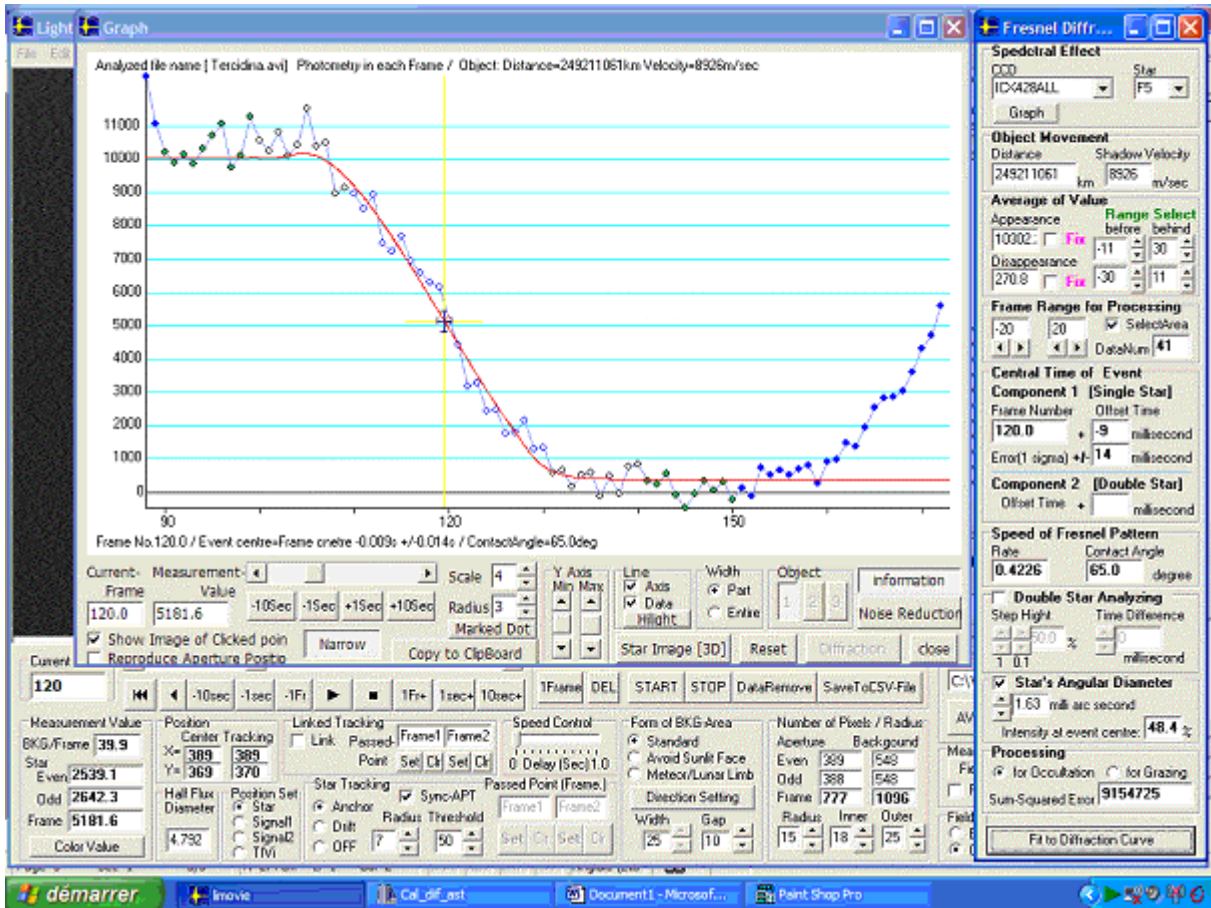
Le cas de cette occultation est un peu spécial l'enregistrement vidéo est constitué d'une série d'images qui sont des trames doublées. Pour se remettre en vrai 40mS les valeurs obtenues par image ont été additionnées par 2 : image 1+ image 2, image 3+image 4la première courbe est l'analyse du fichier par Limovie, l'autre est obtenue en utilisant les valeurs de la première dans EXEL

Dans ce cas le bruit par pixel est 30000/777 soit 39

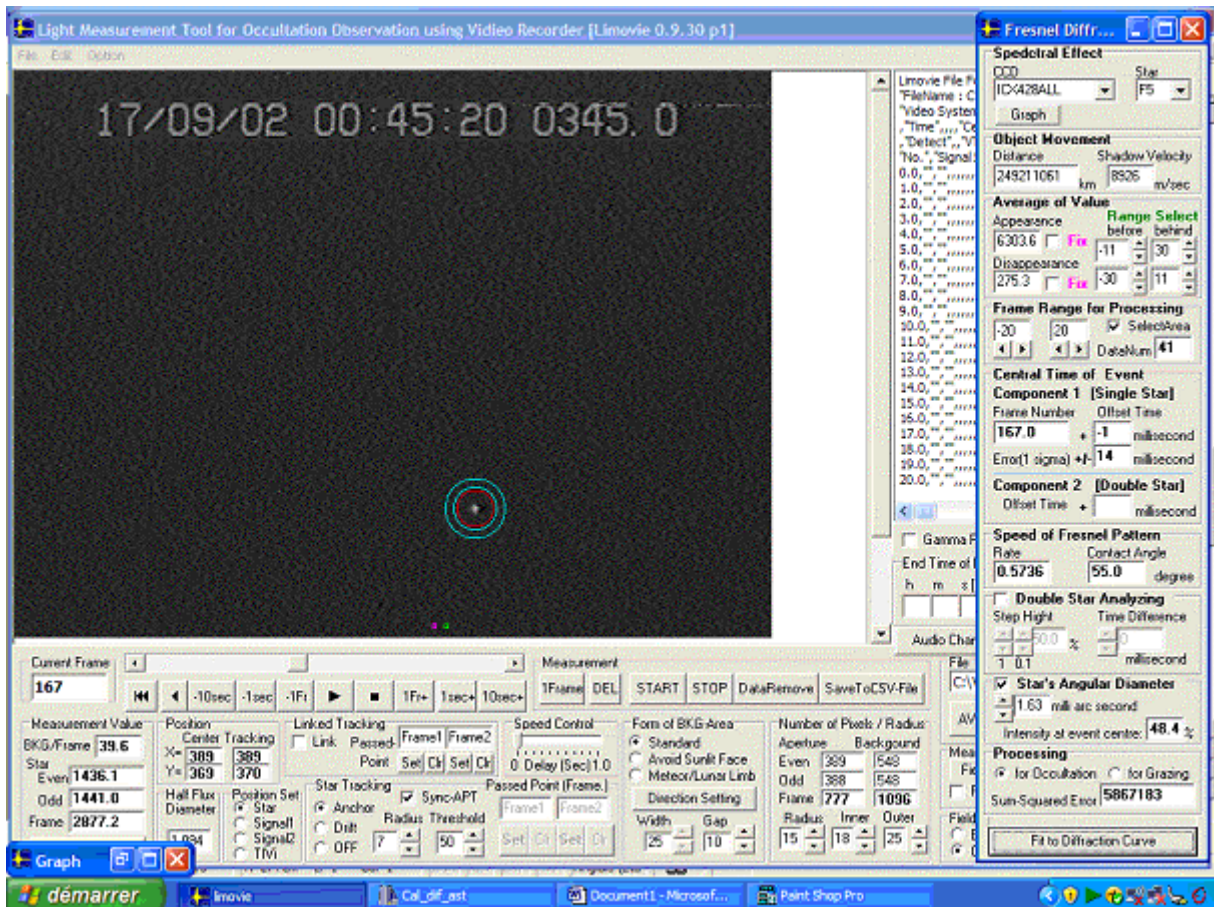
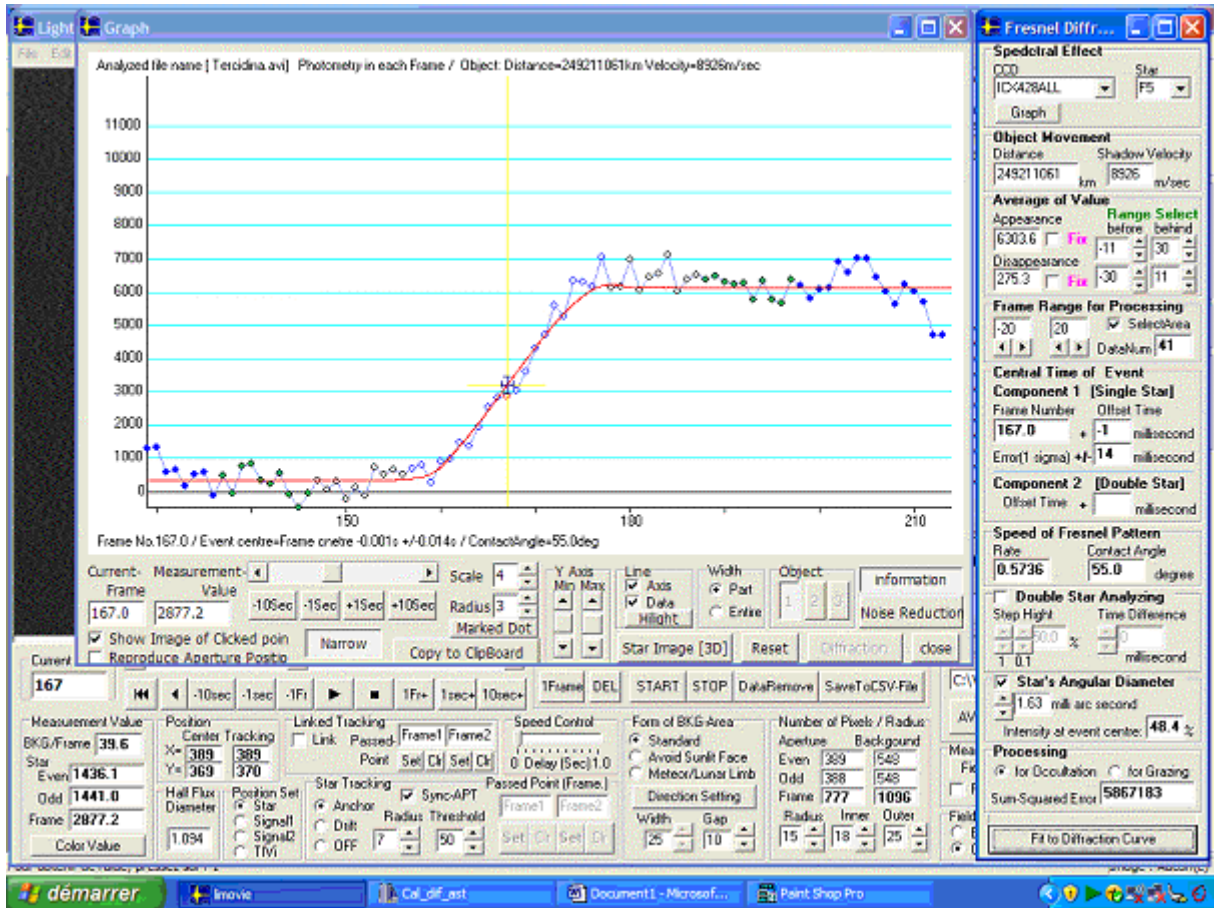
Ce qui devrait permettre 255/39 soit un rapport signal bruit de 6,5

AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES

La réalité est 40000/30000 soit 1.33



AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES



Fresnel Diffr...

Spectral Effect
 ID:428ALL Star F5
 Graph

Object Movement
 Distance: 249211051 km Shadow Velocity: 8926 m/sec

Average of Value
 Appearance: 6303.6 Range Select before behind
 Disappearance: 275.3 Range Select before behind

Frame Range for Processing
 -20 20 SelectArea
 DataNum: 41

Central Time of Event
Component 1 [Single Star]
 Frame Number: 167.0 Offset Time: -1 millisecond
 Error(1 sigma): +/- 14 millisecond

Component 2 [Double Star]
 Offset Time: millisecond

Speed of Fresnel Pattern
 Rate: 0.5736 Contact Angle: 55.0 degree

Double Star Analyzing
 Step Height: 50.0 % Time Difference: 0 millisecond

Star's Angular Diameter
 1.63 mill arc second
 Intensity of event centre: 48.4 %

Processing
 for Occultation for Grazing
 Sum-Squared Error: 5867183

Fit to Diffraction Curve

Fresnel Diffr...

Spectral Effect
 ID:428ALL Star F5
 Graph

Object Movement
 Distance: 249211051 km Shadow Velocity: 8926 m/sec

Average of Value
 Appearance: 6303.6 Range Select before behind
 Disappearance: 275.3 Range Select before behind

Frame Range for Processing
 -20 20 SelectArea
 DataNum: 41

Central Time of Event
Component 1 [Single Star]
 Frame Number: 167.0 Offset Time: -1 millisecond
 Error(1 sigma): +/- 14 millisecond

Component 2 [Double Star]
 Offset Time: millisecond

Speed of Fresnel Pattern
 Rate: 0.5736 Contact Angle: 55.0 degree

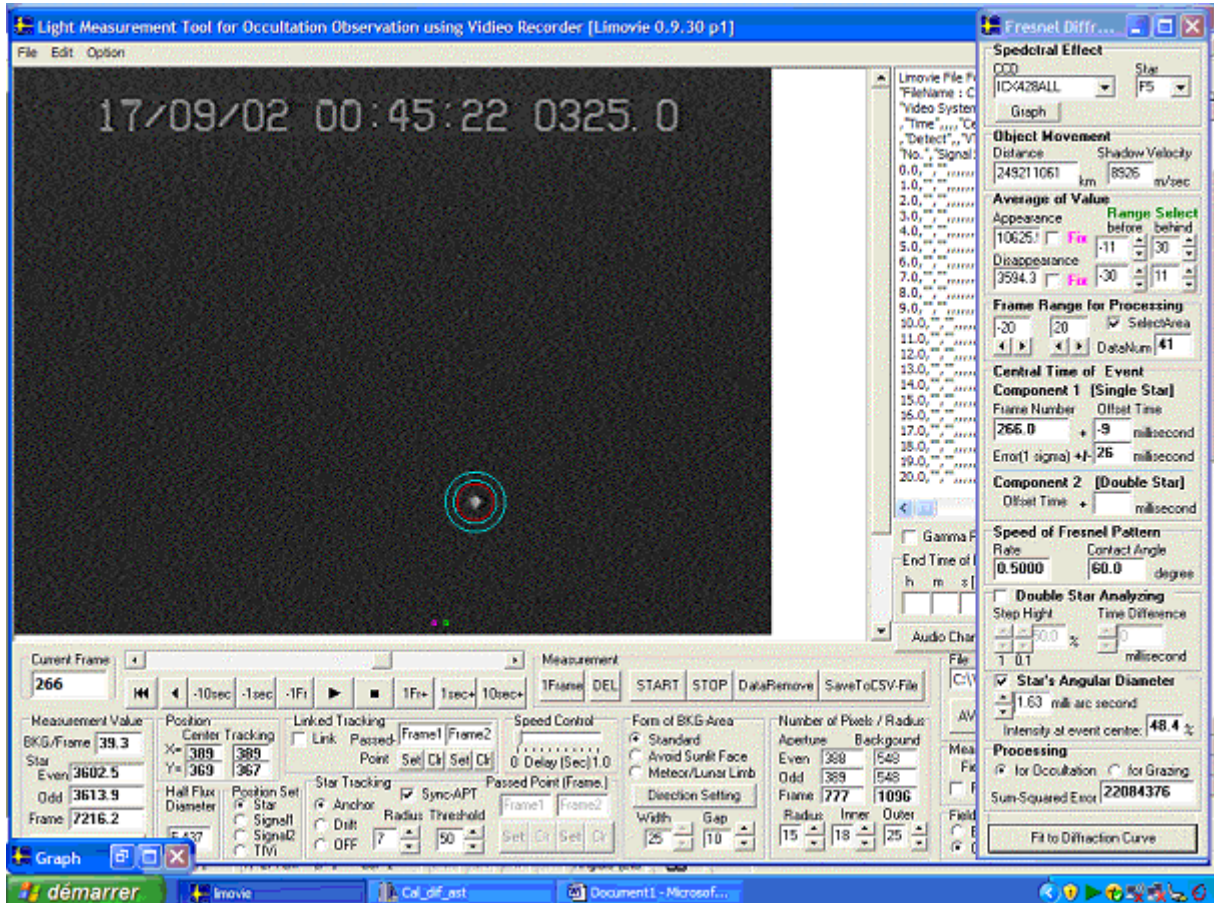
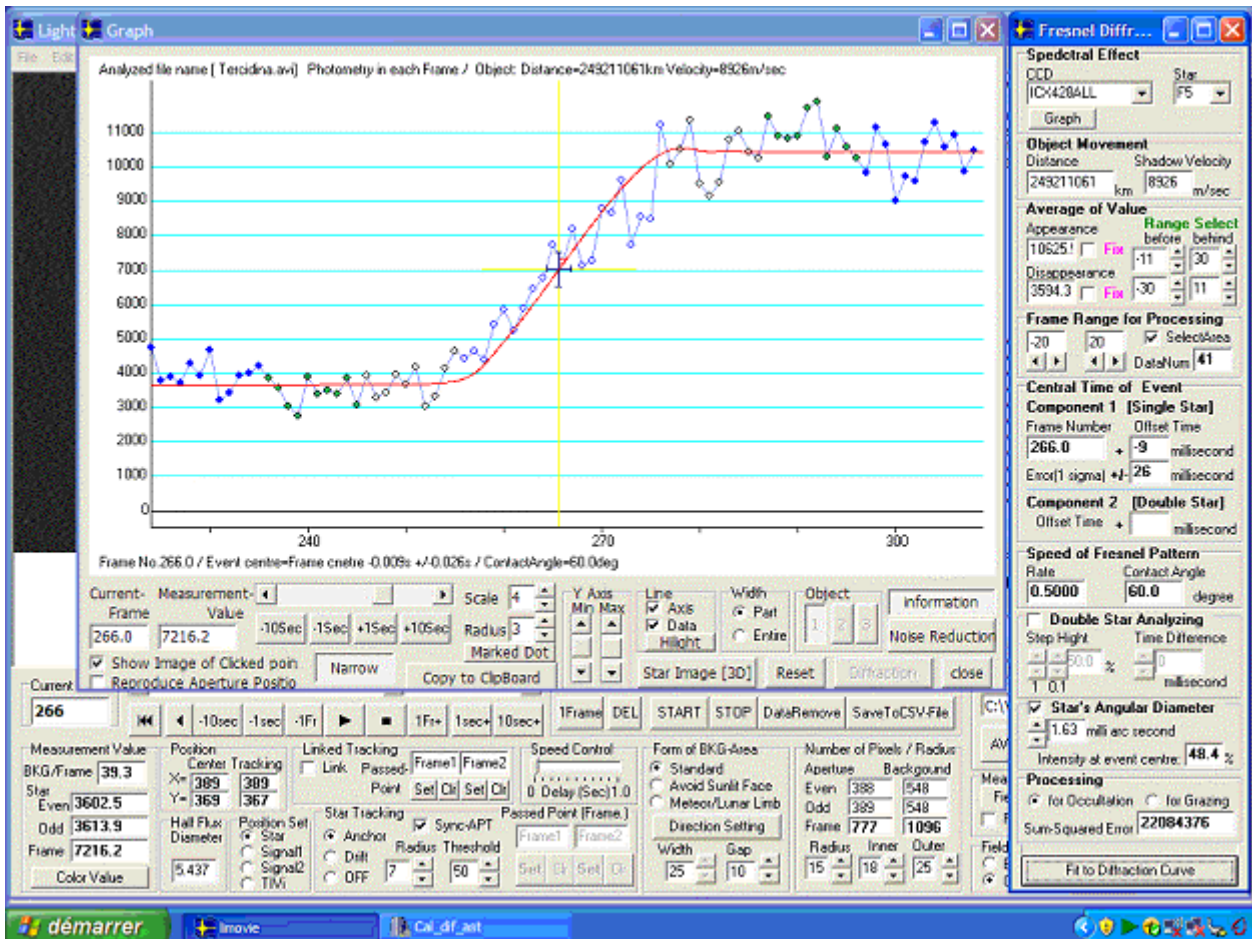
Double Star Analyzing
 Step Height: 50.0 % Time Difference: 0 millisecond

Star's Angular Diameter
 1.63 mill arc second
 Intensity of event centre: 48.4 %

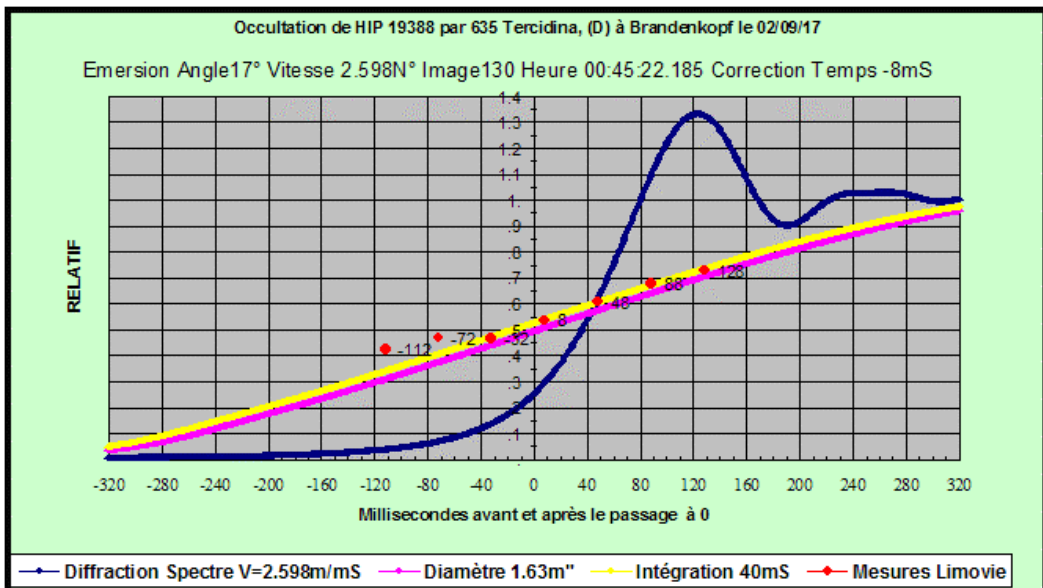
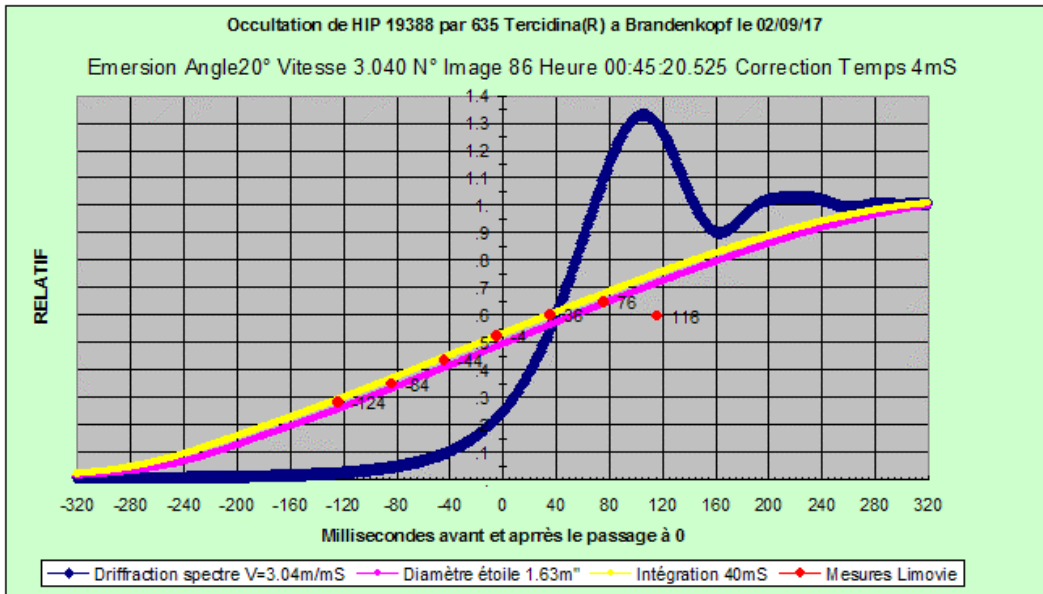
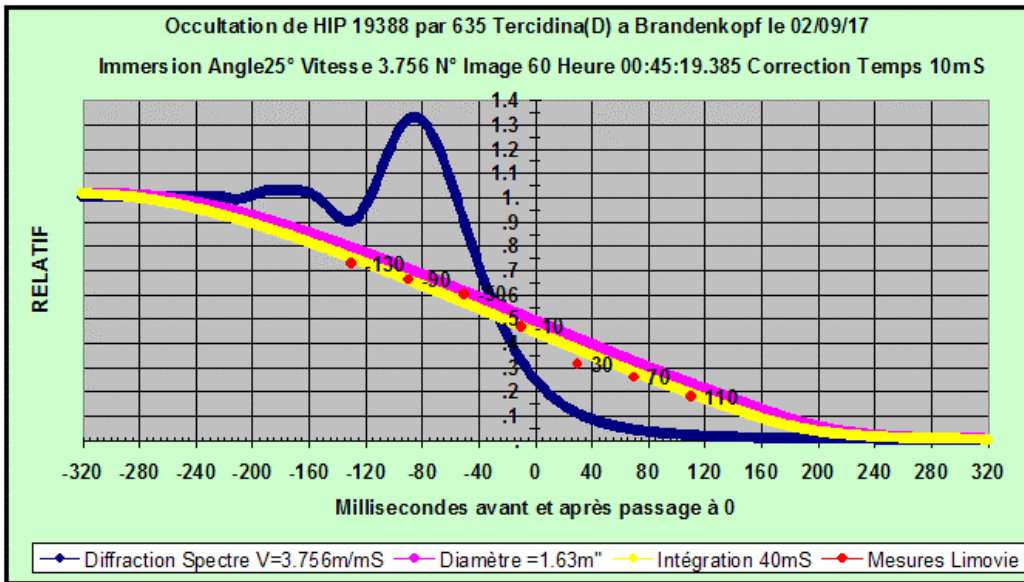
Processing
 for Occultation for Grazing
 Sum-Squared Error: 5867183

Fit to Diffraction Curve

AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES



AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES



AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU TEMPS LORS DES OCCULTATIONS D'ÉTOILES

Résultats		Limovie		Perso
Immersion	image 60	19h05m24.457	60	19h05m24.474
Emersion part	image 96	19h05m29.472	96	19h05m29.475
Emersion Fin	image 133	00h45m22.296	130	00h45m22.177

Les courbes obtenues sont très aplaties pour 2 raisons :

Le diamètre de l'étoile est très important d'où un tracé dont les valeurs croissent très lentement
Les angles de déplacement sont faibles ce qui a pour effet de rapprocher les courbes diamètre et intégration.

Au niveau des phénomènes de diffraction l'immersion est correcte.

Par contre au niveau émerision il y a une différence fondamentale entre les deux méthodes :

Limovie les traite comme des franges

Le logiciel comme des parties de franges d'où des points nettement hors courbe.

Pour l'instant ces tests comparatifs sont arrêtés car il n'y a plus aucun contact avec le concepteur de Limovie qui semble avoir pris la charge de " collecteur régional " des résultats d'occultations d'étoiles par la Lune, pour le Japon, l'International Lunar Occultation Center ,ayant décidé de ne plus s'occuper de cette activité à partir de Septembre 2008.

Remerciements à :

CALA (Club astronomique Lyon Ampère) pour les enregistrement de Melitta et Harmonia

Andreas Eberle pour l'enregistrement de Wieck

Oliver Klöes Pour l'enregistrement de Tercidina

Thomas Flatrès membre de :

SAF (société astronomique de France)

SAR (Société d'astronomie de Rennes)

IOTA-ES (International Occultation Timing Association European Section)

thomas.flatres@wanadoo.fr