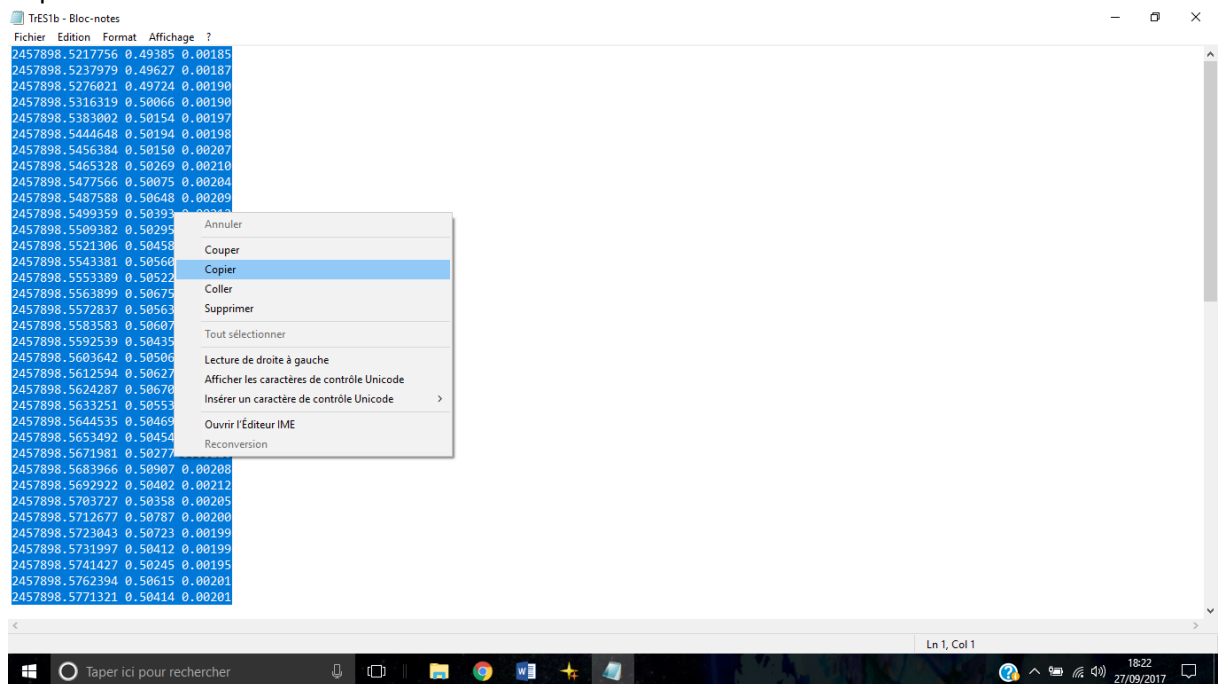


Tutoriel « pour aller plus loin » : comparaison et fitting des courbes et détection d'étoiles variables

I-Comparaison des courbes

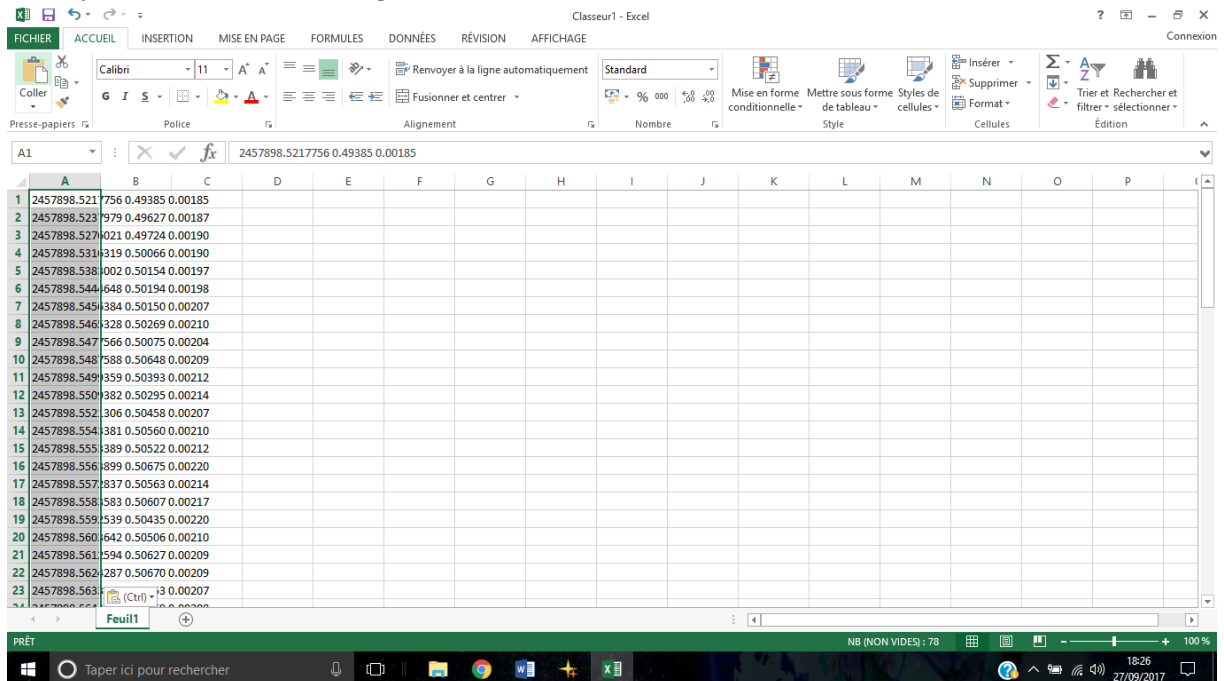
Si vous avez bien suivi le précédent tutoriel, vous devez avoir un fichier texte correspondant à la courbe obtenue avec la méthode de l'étoile virtuelle, et 3 ou 4 fichiers correspondant à la méthode avec une seule étoile de référence. Nous allons désormais les comparer avec Excel pour voir si elles sont cohérentes et si la méthode de l'étoile virtuelle est efficace.

- 1) Ouvrir un de vos fichiers texte
- 2) Y supprimer toutes les lignes pour lesquelles la valeur présente sur la 2^e colonne est incohérente (en général autour de 100)
- 3) Copier toutes les valeurs restantes

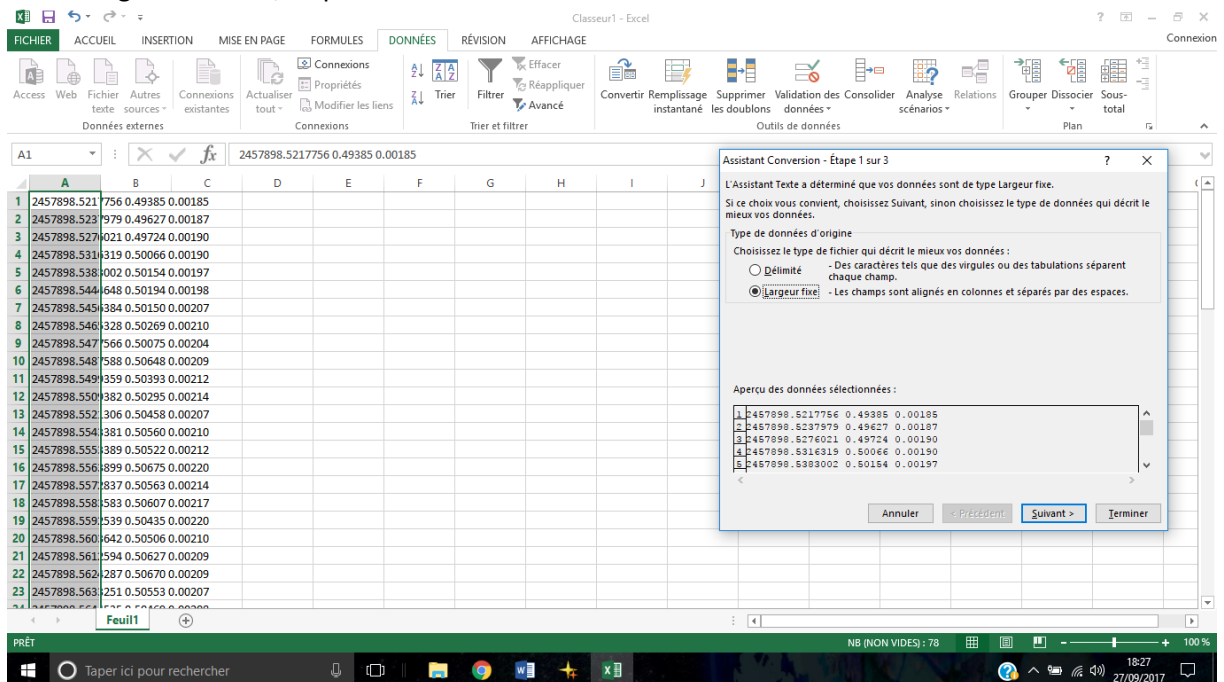


- 4) Ouvrir Excel

5) Sur la première case en haut à gauche, coller ces valeurs



6) Dans l'onglet Données, cliquer sur Convertir



7) Cocher Largeur Fixe puis cliquer sur suivant. Puis suivant puis terminer.

8) Refaire exactement les mêmes étapes avec les données des 2^e, 3^e et 4^e fichiers texte, en collant les données dans les cases E1, N1 et W1. Allez tout en bas et faites en sorte que toutes les colonnes aient la même longueur en supprimant les lignes qui dépassent. Il va maintenant s'agir de soustraire ou d'additionner aux valeurs en 2^e colonne des 2^e, 3^e et 4^e fichiers texte la différence entre ces valeurs et les valeurs en 2^e colonne du 1^{er} fichier texte pour pouvoir les afficher ensemble dans un graphique. Vous allez comprendre.

9) Allez en I1 et tapez =B1-E1. Le résultat doit être positif, changez le sens de la soustraction si nécessaire. Puis déroulez la case jusqu'en bas.

The screenshot shows the Excel interface with the formula bar displaying `=B1-F1`. The spreadsheet grid shows columns A through P. Column B contains values ranging from 0.00986 to 0.02465. Column F contains values ranging from -1.44227 to -1.43888. Column I contains the formula results, starting with -0.00086 in cell I1. The status bar at the bottom shows the active cell as I1.

10) Regarder le nombre de lignes que comptent vos colonnes. Si vos colonnes comptent 171 lignes, en J1 tapez =SOMME(I1:171)/171.

The screenshot shows the Excel interface with the formula bar displaying `=SOMME(I1:171)/171`. The spreadsheet grid shows columns A through P. Column I contains the formula results from the previous step, ranging from -0.00086 to -0.00366. Column J contains the average formula results, starting with -0.00086 in cell J1. The status bar at the bottom shows the active cell as J1.

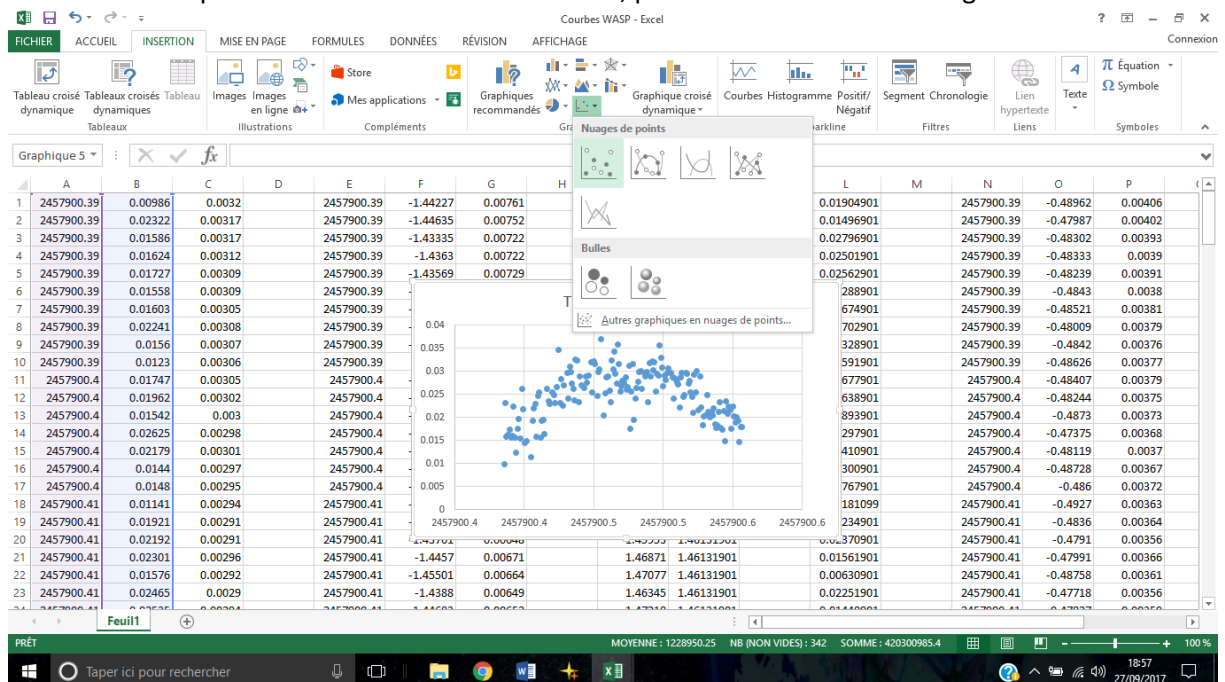
Recopiez le résultat de cette case dans la case J2, puis déroulez J2 jusqu'en bas.

- 11) Enfin, en L1, tapez =F1+J1. Puis déroulez jusqu'en bas. Vous obtenez des valeurs qui peuvent être comparées avec les valeurs de la colonne B. Il s'agit en fait des données de la colonne F qui ont été toutes remontées d'une valeur qui est l'écart moyen entre les valeurs des colonnes F et B.

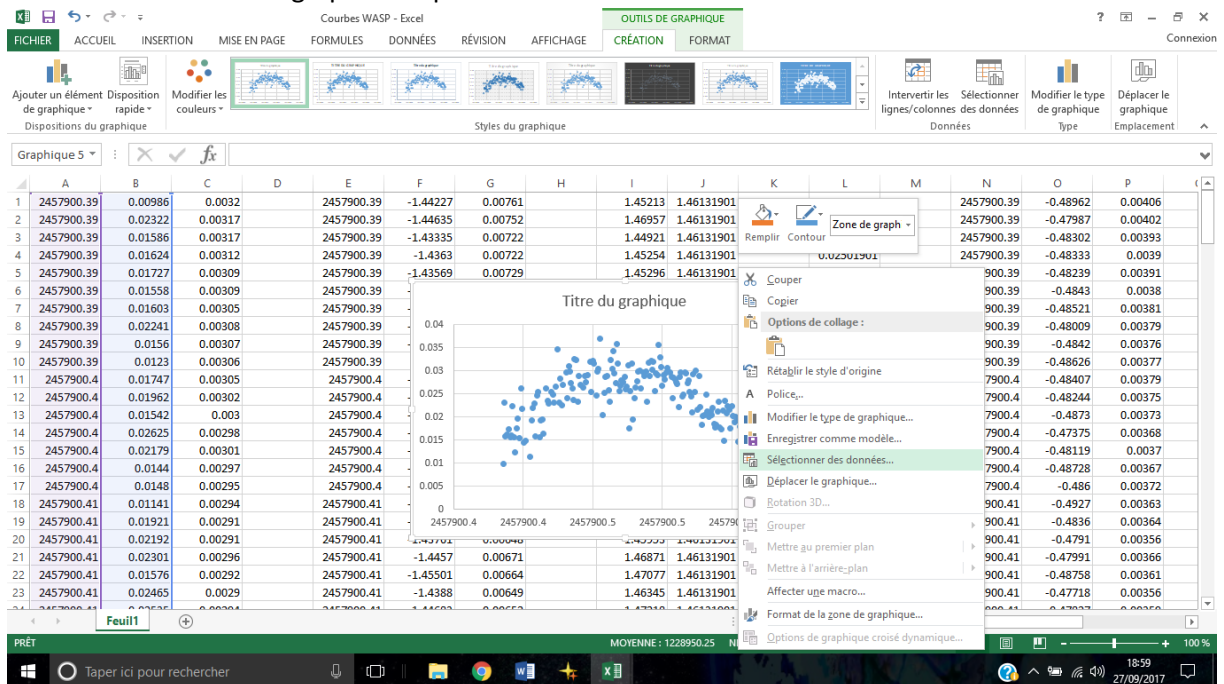
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	2457900.39	0.00986	0.0032		2457900.39	-1.44227	0.00761		1.45213	1.46131901		=F1+J1		2457900.39	-0.48962	0.00406
2	2457900.39	0.02322	0.00317		2457900.39	-1.44635	0.00752		1.46957	1.46131901		0.01496901		2457900.39	-0.47987	0.00402
3	2457900.39	0.01586	0.00317		2457900.39	-1.43335	0.00722		1.44921	1.46131901		0.02796901		2457900.39	-0.48302	0.00393
4	2457900.39	0.01624	0.00312		2457900.39	-1.4363	0.00722		1.45254	1.46131901		0.02501901		2457900.39	-0.48333	0.0039
5	2457900.39	0.01727	0.00309		2457900.39	-1.43569	0.00729		1.45296	1.46131901		0.02562901		2457900.39	-0.48239	0.00391
6	2457900.39	0.01558	0.00309		2457900.39	-1.43843	0.00694		1.45401	1.46131901		0.02288901		2457900.39	-0.4843	0.0038
7	2457900.39	0.01603	0.00305		2457900.39	-1.44457	0.00706		1.4606	1.46131901		0.01674901		2457900.39	-0.48521	0.00381
8	2457900.39	0.02241	0.00308		2457900.39	-1.44429	0.00693		1.4667	1.46131901		0.01702901		2457900.39	-0.48009	0.00379
9	2457900.39	0.0156	0.00307		2457900.39	-1.43803	0.00686		1.45363	1.46131901		0.02328901		2457900.39	-0.4842	0.00376
10	2457900.39	0.0123	0.00306		2457900.39	-1.4354	0.00691		1.4477	1.46131901		0.02591901		2457900.39	-0.48626	0.00377
11	2457900.4	0.01747	0.00305		2457900.4	-1.44454	0.00698		1.46201	1.46131901		0.01677901		2457900.4	-0.48407	0.00379
12	2457900.4	0.01962	0.00302		2457900.4	-1.44493	0.0069		1.46455	1.46131901		0.01638901		2457900.4	-0.48244	0.00375
13	2457900.4	0.01542	0.003		2457900.4	-1.45238	0.00687		1.4678	1.46131901		0.00893901		2457900.4	-0.4873	0.00373
14	2457900.4	0.02625	0.00298		2457900.4	-1.42834	0.00675		1.45459	1.46131901		0.03237901		2457900.4	-0.47375	0.00368
15	2457900.4	0.02179	0.00301		2457900.4	-1.44721	0.00678		1.469	1.46131901		0.01410901		2457900.4	-0.48119	0.0037
16	2457900.4	0.0144	0.00297		2457900.4	-1.44831	0.00673		1.46271	1.46131901		0.01300901		2457900.4	-0.48728	0.00367
17	2457900.4	0.0148	0.00295		2457900.4	-1.44364	0.00696		1.45844	1.46131901		0.01767901		2457900.4	-0.486	0.00372
18	2457900.41	0.01141	0.00294		2457900.41	-1.46313	0.00666		1.47454	1.46131901		-0.0181099		2457900.41	-0.4927	0.00363
19	2457900.41	0.01921	0.00291		2457900.41	-1.44897	0.00675		1.46818	1.46131901		0.01234901		2457900.41	-0.4836	0.00364
20	2457900.41	0.02192	0.00291		2457900.41	-1.43761	0.00648		1.45953	1.46131901		0.02370901		2457900.41	-0.4791	0.00356
21	2457900.41	0.02301	0.00296		2457900.41	-1.4457	0.00671		1.46871	1.46131901		0.01561901		2457900.41	-0.47991	0.00366
22	2457900.41	0.01576	0.00292		2457900.41	-1.45501	0.00664		1.47077	1.46131901		0.00630901		2457900.41		
23	2457900.41	0.02465	0.0029		2457900.41	-1.4388	0.00649		1.46345	1.46131901		0.02251901		2457900.41	-0.47718	0.00356

- 12) Si vous avez compris, faites le même procédé pour les valeurs des colonnes N et W.

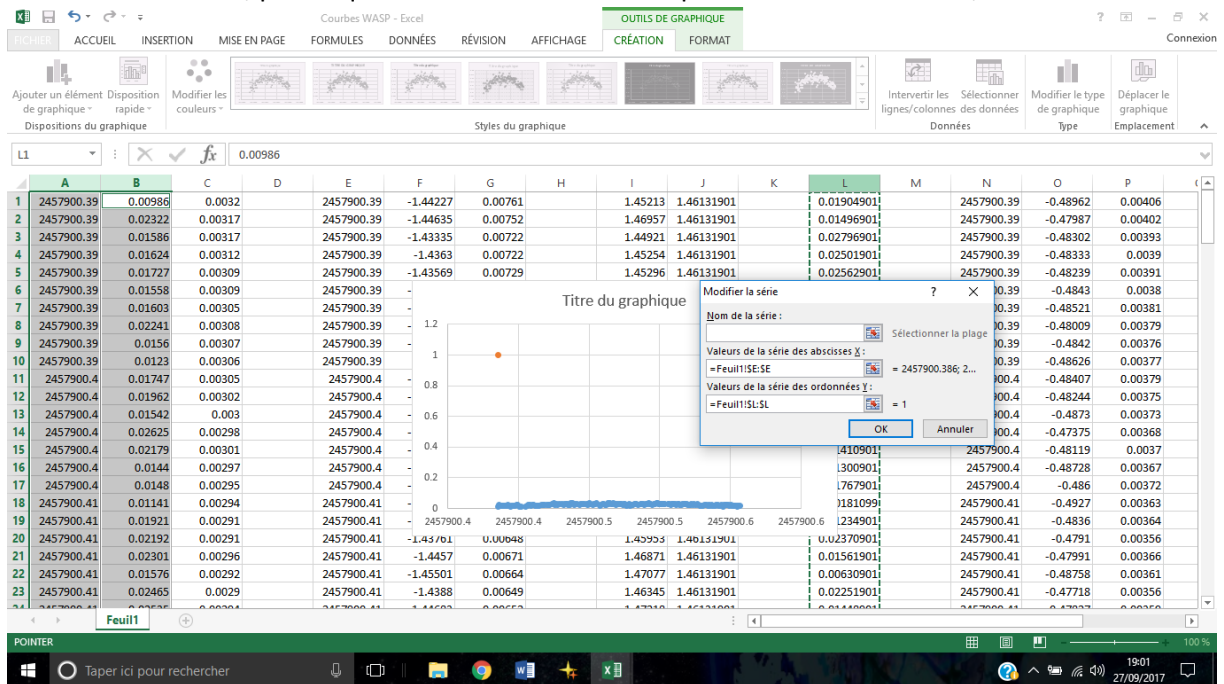
- 13) Nous allons maintenant faire un graph représentant dans chaque cas la luminosité en fonction du temps. Sélectionner les colonnes A et B, puis aller sur Insertion>Nuage de Points.



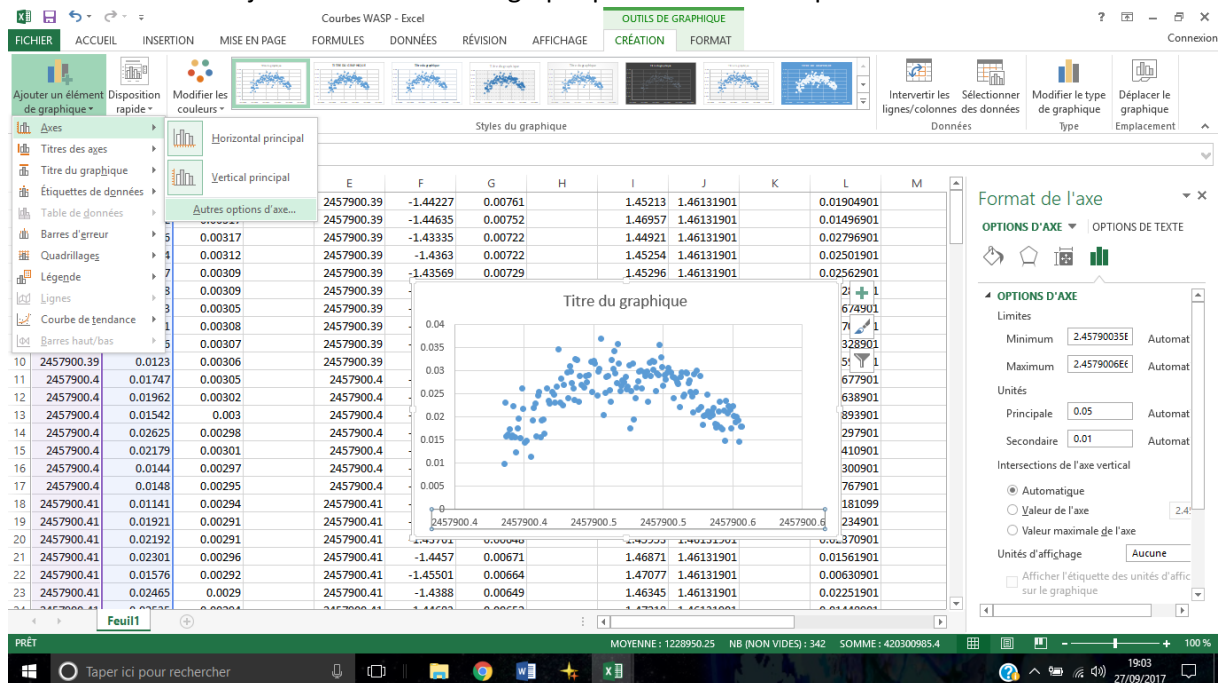
14) Faire un clic droit sur le graph et cliquer sur sélectionner des données



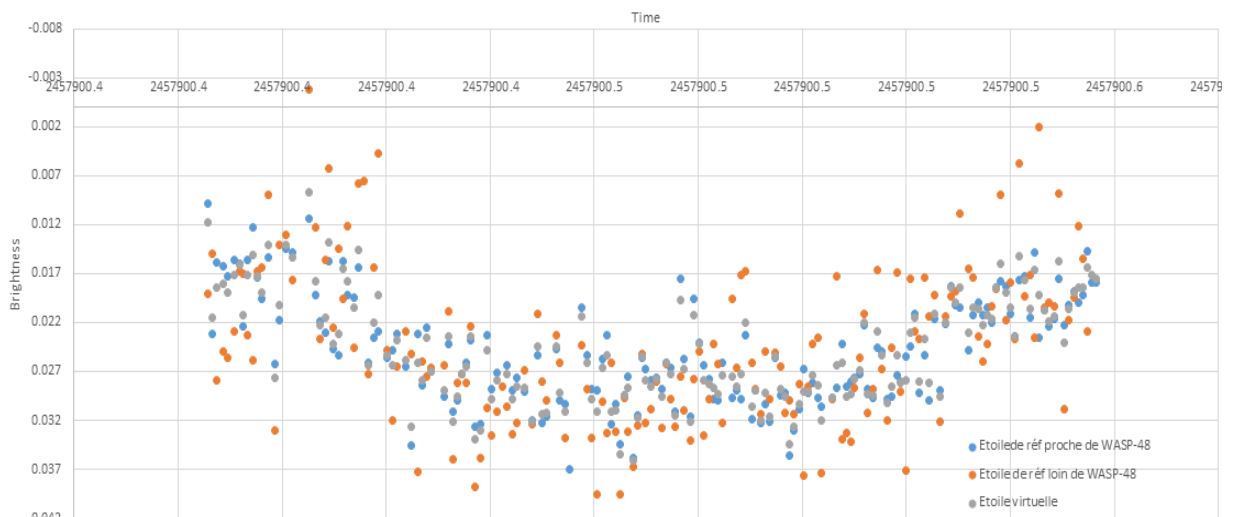
Cliquer sur Ajouter et dans Nom de la série cliquez sur E pour l'axe des abscisses et L pour l'axe des ordonnées, puis cliquer sur OK. Faire de même pour les colonnes N et U, W et AD.



15) Allez sur Creation>Ajouter un élément de graphique>Axes>Autres options d'axe...



Et dans le menu Format de l'axe qui apparait à droite, sélectionner axe vertical et cocher valeurs en ordre inverse. Cela vous donne une belle courbe comme suit :

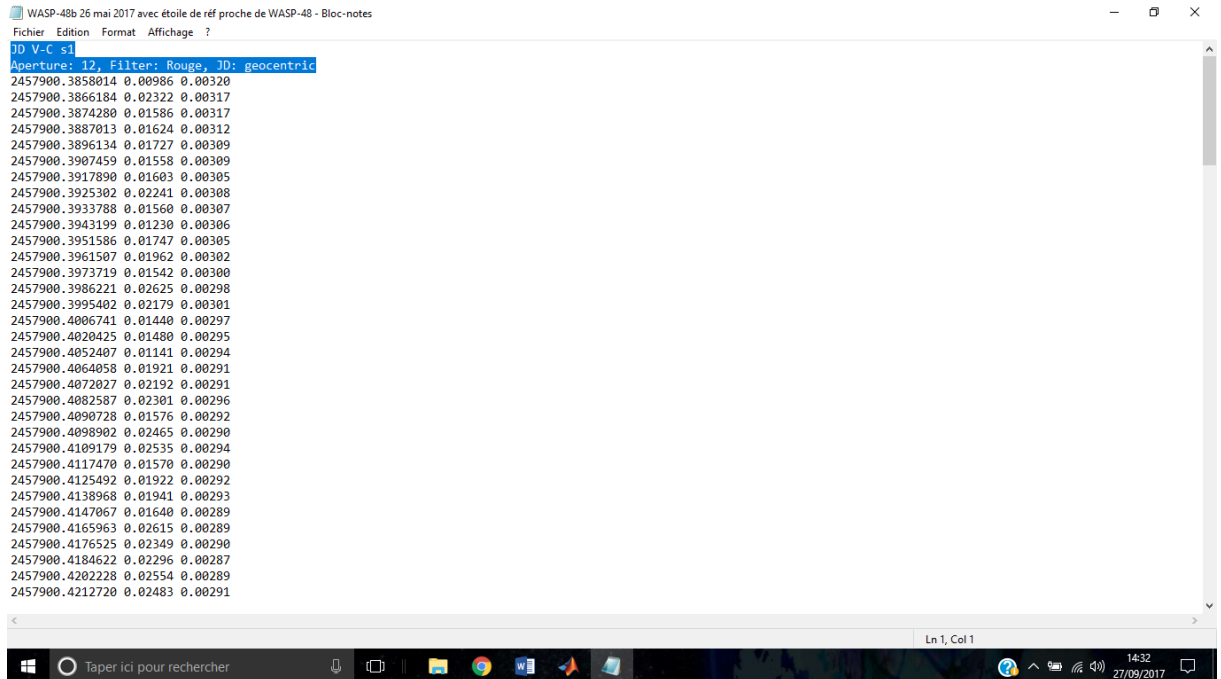


Comme on peut le constater, la courbe grise qui représente la méthode de l'étoile virtuelle est une moyenne et donc un bon compromis entre les 2 autres méthodes qui utilisent chacune une étoile de référence différente.

II-Fitting des courbes

Les courbes que l'on obtient ne sont que des nuages de points. Pour obtenir une courbe, il est nécessaire d'utiliser une méthode basée sur les séries de Fourier. Voici comment l'appliquer.

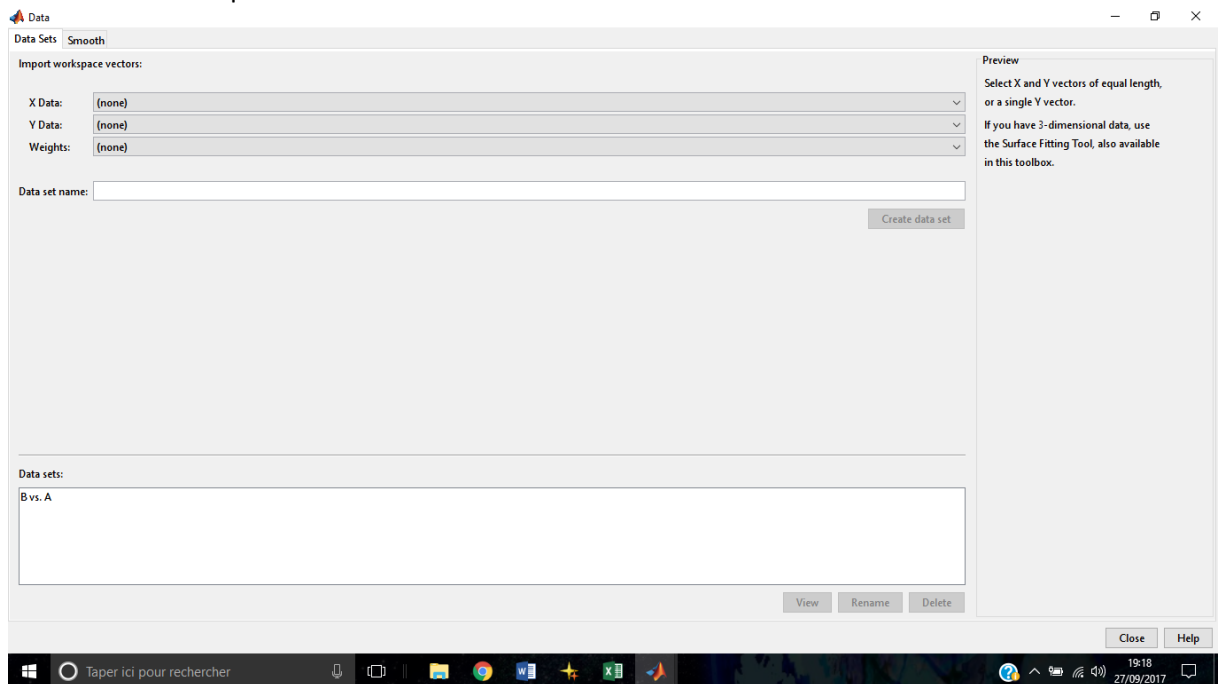
- 1) Ouvrir le fichier matlab Fitting_courbes.m joint avec ce tutoriel et remplacer en ligne 4 par le nom de votre fichier texte. Il est nécessaire pour que le programme fonctionne de supprimer les 2 lignes au début de votre fichier texte donnant des précisions sur le filtre utilisé



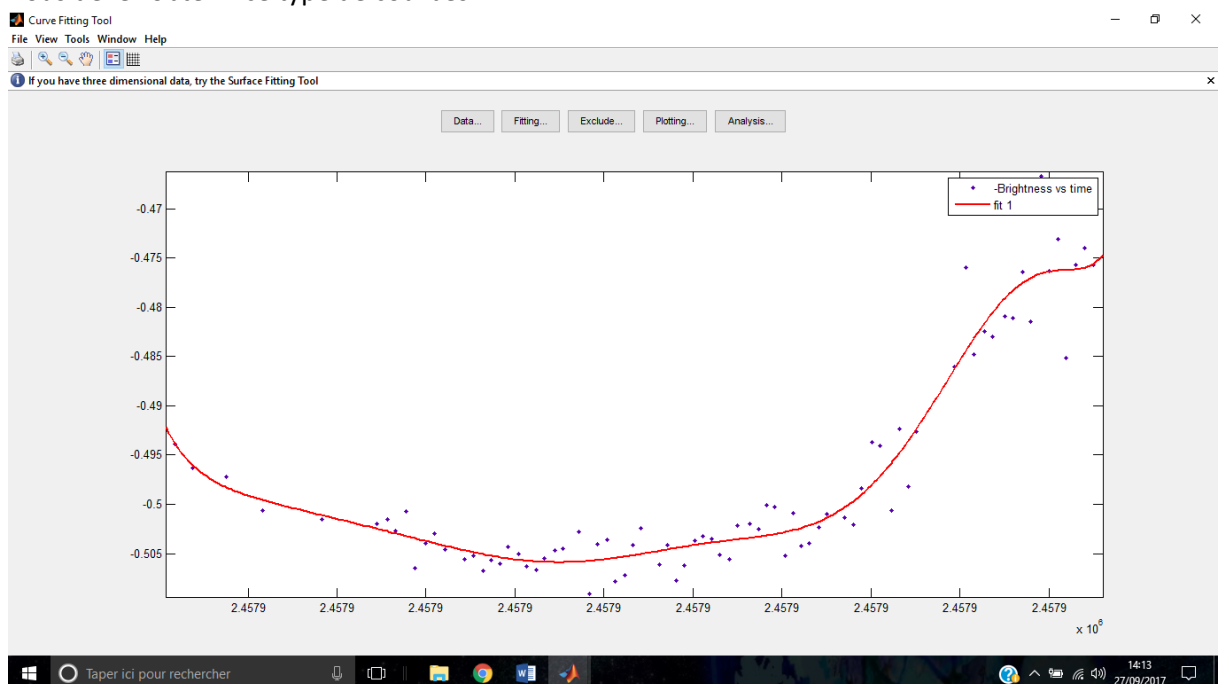
```
WASP-48b 26 mai 2017 avec étoile de réf proche de WASP-48 - Bloc-notes
Fichier  Edition  Format  Affichage  ?

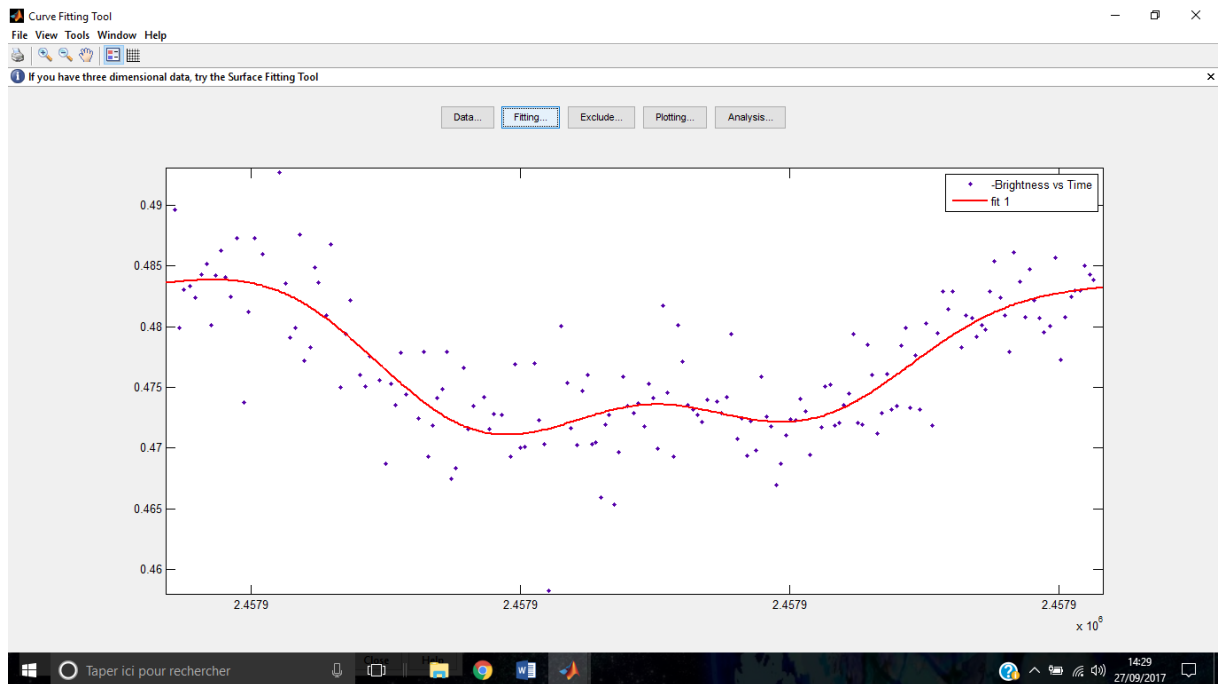
JD V-C s1
Aperture: 12, Filter: Rouge, JD: geocentric
2457900.3858014 0.00986 0.00320
2457900.3866184 0.02322 0.00317
2457900.3874280 0.01586 0.00317
2457900.3887013 0.01624 0.00312
2457900.3896134 0.01727 0.00309
2457900.3907459 0.01558 0.00309
2457900.3917890 0.01603 0.00305
2457900.3925302 0.02241 0.00308
2457900.3933788 0.01560 0.00307
2457900.3943199 0.01230 0.00306
2457900.3951586 0.01747 0.00305
2457900.3961507 0.01962 0.00302
2457900.3973719 0.01542 0.00300
2457900.3986221 0.02625 0.00298
2457900.3995402 0.02179 0.00301
2457900.4006741 0.01440 0.00297
2457900.4020425 0.01480 0.00295
2457900.4052407 0.01141 0.00294
2457900.4064058 0.01921 0.00291
2457900.4072027 0.02192 0.00291
2457900.4082587 0.02301 0.00296
2457900.4090728 0.01576 0.00292
2457900.4098902 0.02465 0.00290
2457900.4109179 0.02535 0.00294
2457900.4117470 0.01570 0.00290
2457900.4125492 0.01922 0.00292
2457900.4138968 0.01941 0.00293
2457900.4147067 0.01640 0.00289
2457900.4165963 0.02615 0.00289
2457900.4176525 0.02349 0.00290
2457900.4184622 0.02296 0.00287
2457900.4202228 0.02554 0.00289
2457900.4212720 0.02483 0.00291
```

- 2) Faire Run sur le programme matlab. Une fenêtre s'ouvre avec des axes et des commandes en haut. Sélectionner Data. Dans le menu déroulant X data sélectionner A et Y data, sélectionner B. Cliquer sur Create Data Set et enfin close.



- 3) Cliquer sur fitting. Dans le menu déroulant Data Set sélectionner B vs A. Dans le menu déroulant Type of Fit, sélectionner Fourier. Vous pouvez ensuite essayer à tous les degrés. En général les degrés 3 et 5 sont les plus aboutis. Vous devez obtenir ce type de courbes :





Avec un fitting de Fourier de degré inférieur à 3 ou supérieur à 5 on ne voit généralement pas bien le puit ni les paliers d'avant et d'après transit.

III- Détection d'étoiles variables

Avec votre nuit d'observation, vous avez pris une centaine d'images du ciel que vous avez traitées avec PRISM pour éliminer le bruit. Il se peut que parmi les étoiles présentes sur ces images se cache une étoile variable, c'est-à-dire dont la luminosité varie sans qu'une exoplanète ne passe devant. Muniwin est capable de détecter celles-ci.

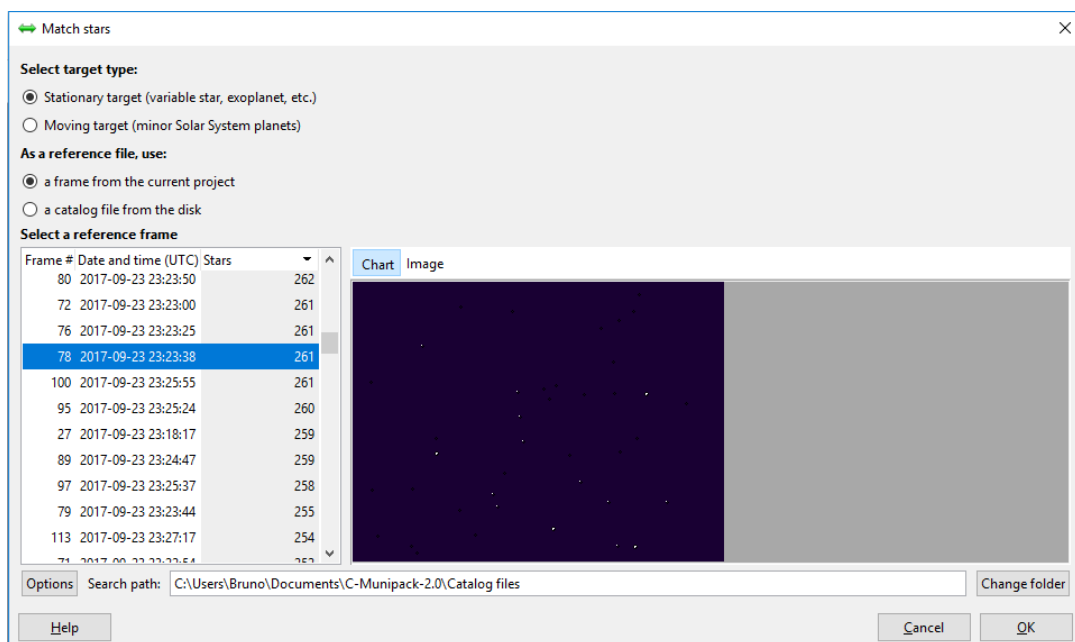
- 1) Vous avez déjà importé vos images prétraitées. Cliquez sur Run photometry



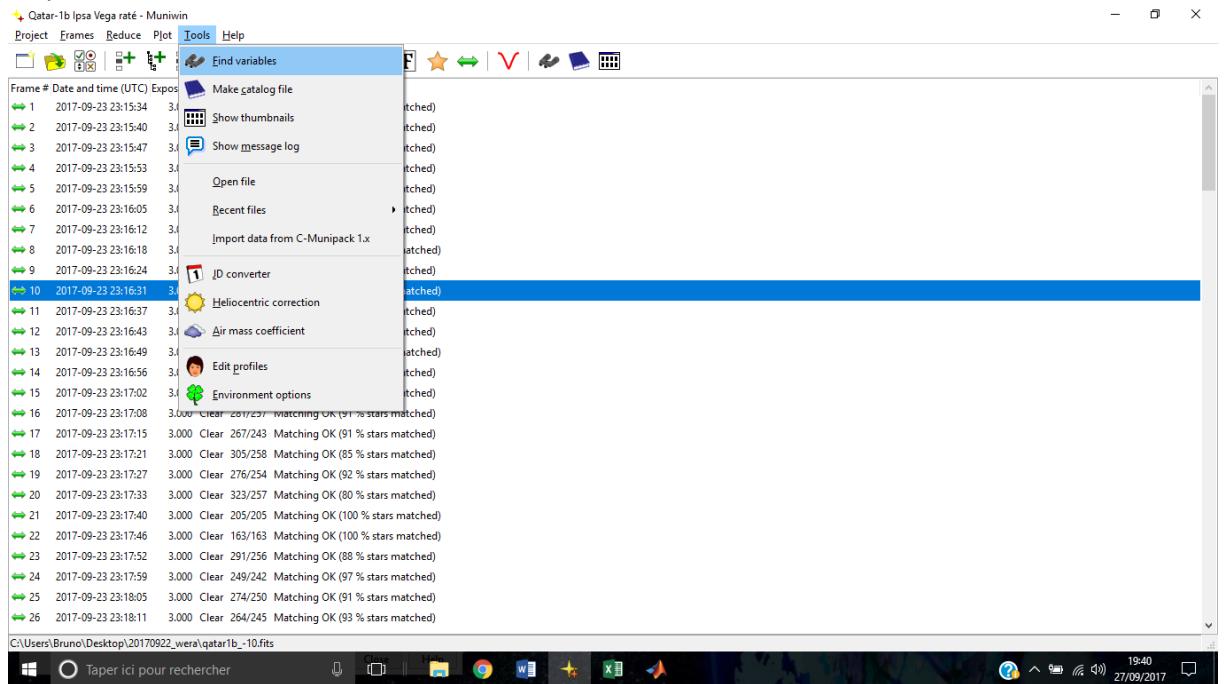
- 2) Puis cliquez sur Run cross-references between photometry files



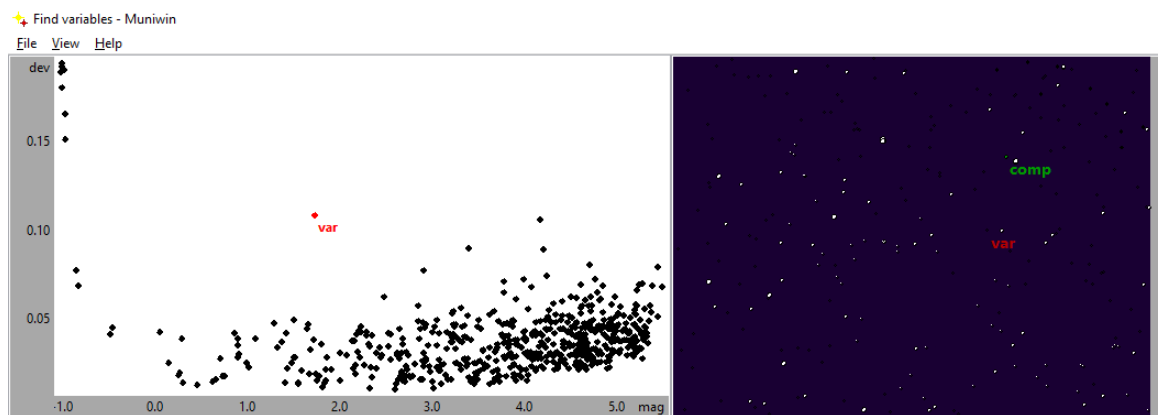
- 3) Ne sélectionnez pas l'image ayant le plus d'étoiles, mais une qui en ait un peu moins. Cliquez sur OK



4) Cliquez sur Tools>Find variables



- 5) Vous obtenez alors une image du ciel et, à sa gauche, une répartition des étoiles en points en fonction de leur luminosité. Si une étoile variable est présente, elle est normalement écartée de la valeur moyenne des autres étoiles. Cliquez donc sur une étoile « loin de la mêlée ».



- 6) Vous obtenez alors la courbe de luminosité de cette étoile par rapport à une étoile de référence que vous devez elle aussi choisir. Si l'étoile est variable, la courbe doit ressembler à cela :

