

RD-5 RTIGE-OPM-YB-05.01 Étoiles connues

Yannick Boissel

16 avril 2012

Table des matières

I	Méthode	2
1	Introduction	3
II	Journal de bord	4

Première partie

Méthode

Chapitre 1

Introduction

Pour les étoiles "réelles", on va utiliser le catalogue NOMAD1, avant d'avoir les résultats de la future mission Gaia.

Deuxième partie

Journal de bord

13 octobre 2011 :

Mail envoyé à Mikaël Lemercier :

2) Pour les étoiles connues, je vois plusieurs problèmes qu'il nous faudra résoudre :

a) Un catalogue c'est très lourd. Donc est-ce qu'il sera chargé en dur sur un disque et le logiciel lancera des requêtes vers ce disque pour afficher les étoiles qu'on a dans le champ ? est-ce qu'on fera des requêtes directement sur internet ?

b) Pour l'intégration au modèle, il faut définir des rayons à partir du soleil : une sphère de petit rayon dans laquelle il n'y a que des étoiles des catalogues, une coquille allant jusqu'à un plus grand rayon dans laquelle les étoiles du catalogue sont peu à peu polluées par les étoiles du modèle quand le rayon grandit, une limite supérieure où le modèle prend le relai.

c) Quel catalogue utiliser ? Avec Hipparcos, on a la parallaxe pour beaucoup d'étoiles, mais ça reste des étoiles brillantes. Est-ce qu'on a besoin de plus ? Si on veut plus, il y a NOMAD1, mais là il n'y a pas de distances, on peut les calculer approximativement avec les mouvements propres (mais on a un problème d'extinction).

d) Il y a aussi la question des amas très connus, genre les Pléiades, M13, H & Chi Persée... Comment fait-on ? est-ce qu'on tente de les simuler en 3D, ou bien est-ce qu'on prend des images 2D ?

J'ai regardé dans la doc du catalogue NOMAD1, il y a 1.1 milliard d'étoiles, pour 100Go.

Comment avoir la distance des étoiles ?

Je vois deux solutions : la parallaxe ou les mouvements propres. Le catalogue Hipparcos donne la parallaxe pour 118 218 étoiles. Mais pour les autres, il faut utiliser les mouvements propres. Problème : ce n'est pas du tout précis... Je considère une vitesse transverse V_T identique pour chaque étoile dans le voisinage solaire, soit celle du Soleil, 16.5 km.s^{-1} . On a :

$$D(\text{pc}) = \frac{V_T(\text{km.s}^{-1})}{4.74\mu(\text{arcsec.yr}^{-1})} \approx \frac{16.5(\text{km.s}^{-1})}{4.74\mu(\text{arcsec.yr}^{-1})} \quad (1.1)$$

Avec μ le mouvement propre de l'étoile, qui s'écrit :

$$\mu = \sqrt{(\mu_\alpha \cos \delta)^2 + \mu_\delta^2} \quad (1.2)$$

μ_α et μ_δ sont les mouvements propres mesurés en RA et DEC. Si je fais ce calcul pour Altaïr, Deneb et Véga, je trouve respectivement : $D \approx 5.31, 1494.64, 10.67 \text{ pc}$, au lieu de $5.13, 432.90, 7.69 \text{ pc}$, les distances calculées à partir de leur parallaxes : plus l'étoile est loin, plus l'erreur sur la distance est grande, et ça dévie très vite.

13 janvier 2012 :

J'ai discuté avec Frédéric. Voilà ce qu'on a dit :

Poser la question du volume des particules à Mikael.

On se met sur le Soleil

Simuler à partir de la magnitude $V > 10$. Tout ce qui est plus brillant : catalogue NOMAD

Problème : quand on change de point de vue, on ne peut plus utiliser ce critère pour séparer étoiles réelles et étoiles simulées. Une limite $V < 10$ autour du Soleil n'est pas une sphère, mais une sphère très déformée, quand on regarde les distances des étoiles.

Méthode 1

1) Pour toutes les particules, calculer une valeur : $M_{\text{lim}} = M_{\text{abs}} + \text{Absorption}$ à partir de leur distance au Soleil avec le module de distance pour une magnitude apparente vue du Soleil de $V = 10$.

2) Lorsqu'on va simuler une particule, on saura pour chaque étoile dans quelle case elle se situe dans le cube de paramètres, c'est la simulation qui le donne.

3) Lire pour chaque étoile la magnitude absolue simulée M_{sim} .

4) Si $M_{\text{sim}} < M_{\text{lim}}$, alors l'étoile a $V < 10$ et il ne faut pas la montrer dans la simulation.

Méthode 2

Pour les particules de modèle proches du Soleil $\leq 2\text{kpc}$:

- 1) Simuler toutes ces particules avec une graine qu'on gardera tout le temps
- 2) Indexer toutes les étoiles simulées dans chaque particules
- 3) Dans les étoiles simulées, donner un flag à celles qui ont $V \leq 10$ vu du Soleil
- 4) Ecrire ces infos dans un fichier (juste le numéro de particule et le numéro d'étoile quand cette étoile est trop brillante)
- 5) Quand on simulera ces particules, toujours avec la même graine, quelque soit le point d'observation, on ne montrera pas les étoiles ayant un flag.
- 6) Pour les particules $\leq 2\text{kpc}$, il peut rester des supergéantes avec $V \leq 10$ selon leur luminosité absolue. Soit M_{lim} la magnitude absolue d'une étoile ayant $V = 10$ à 2kpc . Au-delà de 2kpc , toute étoile ayant $M \leq M_{\text{lim}}$ (intrinsèquement plus faible) sera à montrer dans la simulation lorsque l'on simulera ces particules. Une étoile ayant $M \leq M_{\text{lim}}$, sera à montrer si $V \leq 10$ (cela dépend de la distance de la particule).

La méthode 1 semble être plus simple

Distance des étoiles :

On va utiliser un algorithme pour calculer l'extinction et les couleurs intrinsèques à partir des couleurs rougies. Avec ça, on va pouvoir calculer les magnitudes absolues et la distance. On ne peut pas calculer l'extinction avec le modèle de gaz de la simulation, car il nous faudrait pour ça les distances des étoiles, or, c'est ce que l'on cherche.

infos données par Frédéric :

- Dans 2008MNRAS.384.1178B, itérer :

- 1) $M/H \leq -0.4$, eq. 16 : $B - V_0$ fct(J-H et H-K)
- 2) calculer $E(B-V) = B - V - B - V_0$
- 2) eq. 5-7 donne $E(J-H)$ et $E(H-K)$ en fct de $E(B-V)$
- 3) corriger J-H et H-K de $E(J-H)$ et $E(H-K)$
- 4) goto 1

on a alors les couleurs intrinsèques et l'extinction A_V

- Séparer naines de géantes avec mouvement propre réduit

- Calibration magnitude absolue :

- si supergéantes, cf. 1972PASP...84..373S => voir supergiant.csv

- sinon si red clump : $M_K = -1.57$ d'après 2007A&A...463..559V

- sinon si étoiles O ou B :

<http://www.springerlink.com/content/9w0j51r537w7m434/fulltext.pdf>

- sinon si naines plus faibles que A : <http://www-int.stsci.edu/inr/cmd.html>

<http://www-int.stsci.edu/inr/phot/vk.ps>

17 janvier 2012 :

Je regarde l'article Bilir 2008 pour le calcul de l'extinction à partir des couleurs. On a l'extinction ainsi :

$$A_J = 0.887E(B - V) \quad (1.3)$$

$$A_H = 0.565E(B - V) \quad (1.4)$$

$$A_K = 0.382E(B - V) \quad (1.5)$$

$$(1.6)$$

$E(B - V)$ est l'excès de couleur.

$$E(B - V) = (B - V) - (B - V)_0 = A_B - A_V \quad (1.7)$$

Par ailleurs on a :

$$(V - J)_0 = a_1(B - V)_0 + b_1(R - I)_0 + c_1 \quad (1.8)$$

$$(V - H)_0 = a_2(B - V)_0 + b_2(R - I)_0 + c_2 \quad (1.9)$$

$$(V - K)_0 = a_3(B - V)_0 + b_3(R - I)_0 + c_3 \quad (1.10)$$

Dans l'article ils utilisent K_s , est-ce que c'est bien le K de Johnson-Cousins ? \Rightarrow C'est le K de 2MASS, et donc de NOMAD. Afin d'avoir du V uniquement dans le $(B - V)_0$ (c'est nécessaire pour l'algorithme de calcul de l'extinction), je soustrait l'équation (1.9) à l'équation (1.10) :

$$(J - K)_0 = (a_3 - a_1)(B - V)_0 + (b_3 - b_1)(R - I)_0 + c_3 - c_1 \quad (1.11)$$

Les coefficients à utiliser dépendent de la métallicité des étoiles, et sont donnés dans la *figure 1.1*.

Table 4. Coefficients a_i , b_i and c_i for the transformation equations (10), (11) and (12), in column matrix form for the four star categories. The subscript $i = 1, 2$ and 3 correspond to the same number that denotes the columns. Numerical values in the fourth and fifth lines of each category are the squared correlation coefficients (R^2) and the standard deviations (s), respectively.

Category		(1) ($V - J$) ₀	(2) ($V - H$) ₀	(3) ($V - K_s$) ₀
Total sample	a_i	1.210 ± 0.032	1.816 ± 0.039	1.896 ± 0.044
	b_i	1.295 ± 0.038	1.035 ± 0.046	1.131 ± 0.052
	c_i	-0.046 ± 0.014	0.016 ± 0.017	-0.004 ± 0.019
	R^2	0.983	0.982	0.980
	s	0.098	0.119	0.133
$-0.4 < [M/H]$	a_i	1.180 ± 0.042	1.815 ± 0.050	1.878 ± 0.058
	b_i	1.346 ± 0.045	1.062 ± 0.052	1.165 ± 0.061
	c_i	-0.051 ± 0.023	-0.015 ± 0.027	-0.018 ± 0.032
	R^2	0.985	0.984	0.981
	s	0.103	0.121	0.142
$-1.2 < [M/H] \leq -0.4$	a_i	1.557 ± 0.111	2.109 ± 0.157	2.031 ± 0.150
	b_i	0.461 ± 0.205	0.612 ± 0.290	0.878 ± 0.277
	c_i	0.049 ± 0.049	-0.016 ± 0.069	0.004 ± 0.066
	R^2	0.902	0.894	0.906
	s	0.080	0.113	0.108
$-3.0 < [M/H] \leq -1.2$	a_i	1.542 ± 0.081	1.920 ± 0.108	2.044 ± 0.123
	b_i	0.447 ± 0.156	0.845 ± 0.207	0.974 ± 0.237
	c_i	0.095 ± 0.036	0.055 ± 0.048	-0.022 ± 0.054
	R^2	0.943	0.942	0.936
	s	0.084	0.112	0.128

FIGURE 1.1 –

L'article Rieke 1985 donne les extinctions relatives dans les différentes bandes, en magnitudes (voir *tableau 1.1*)

D'après ce tableau, on a :

$$A_V = 8.929A_K \quad (1.12)$$

$$A_B = 11.821A_K \quad (1.13)$$

Avec le catalogue NOMAD, on a à la fois les bandes UBVRIJHK et les mouvements propres (dont on aura besoin pour le calcul des distances). Voici l'algorithme à utiliser :

Préparatifs :

- 1) Donner une métallicité moyenne aux étoiles et lire les coefficients correspondants dans Bilir 2008.
- 2) Pour chaque étoile, lire les magnitudes apparentes en bandes B, V, R, I, J et K.
- 3) Calculer $(J-K)$, $(B-V)$ et $(R-I)$ et garder cette première valeur de $(B-V)$ comme référence : $(B-V)_{ref}$.

Entrer dans une boucle while qui minimise la distance entre la première valeur de A_V calculée et la valeur calculée. :

- 4) En assimilant $(J-K)$ et $(R-I)$ à des indices de couleurs non rougis (ce qui est faux à la première itération), calculer $(B-V)_0$ avec l'équation (1.11).
- 5) Calculer $E(B-V) = (B-V)_{ref} - (B-V)_0$
- 6) Calculer A_J et A_K avec les équations (1.3) et (1.4).
- 7) Calculer A_V , A_R et A_I avec les équations (1.13), (1.14) et (??)
- 8) Vérifier la condition sur A_V
- 9) Si elle n'est pas remplie, calculer les nouvelles valeurs de $(J-K)_0$ et $(R-I)_0$ avec les valeurs d'extinction et revenir à l'étape 4).

Une fois qu'on a ces couleurs dérougies, on va utiliser les mouvements propres pour calculer le mouvement propre réduit, et construire un diagramme RPM $H_K, (J-K)_0$. Je vais réutiliser l'algorithme k_means modifié que j'avais utilisé pendant ma thèse pour trier les naines et les géantes.

18 janvier 2012 :

Il faut ensuite classifier les étoiles à partir de ce diagramme RPM, et donner une magnitude absolue à chaque groupe identifié. A partir de ces magnitudes absolues et des couleurs intrinsèques, on trouve la distance des étoiles.

Pour commencer à travailler je télécharge un échantillon de NOMAD sur Vizier de 1 degré carré, centré sur le centre galactique de coordonnées RA=17h 45m 40.04s=266.42°, DEC=-29° 00' 28.1"=-29.01°)

Je viens de voir qu'il n'y a pas de bande I dans NOMAD! on a en fait BVRJHK. Il me faut lier $(R-I)_0$ à d'autres couleurs pour utiliser les équations (1.9), (1.10) et (1.10).

Dans l'article ils donnent aussi $(B-V)_0$ en fonction de $(J-H)_0$ et $(H-K)_0$, je vais donc utiliser cette équation :

$$(B-V)_0 = \alpha_1(J-H)_0 + \beta_1(H-K)_0 + \gamma_1 \quad (1.14)$$

Les coefficients à utiliser dépendent de la métallicité des étoiles, et sont donnés dans la figure 1.2.

Johnson-Cousins system		$(B-V)_0 = \alpha_1(J-H)_0 + \beta_1(H-K)_0 + \gamma_1$		
Category	α_1	β_1	γ_1	
Total sample	1.622 ± 0.032	0.912 ± 0.051	0.044 ± 0.015	
$-0.4 < [M/H]$	1.640 ± 0.044	1.033 ± 0.075	0.050 ± 0.022	
$-1.2 < [M/H] \leq -0.4$	1.103 ± 0.074	0.486 ± 0.091	0.228 ± 0.029	
$-3.0 < [M/H] \leq -1.2$	1.276 ± 0.056	0.541 ± 0.066	0.173 ± 0.025	

FIGURE 1.2 –

Voici l'algorithme modifié :

Préparatifs :

- 1) Donner une métallicité moyenne aux étoiles et lire les coefficients correspondants dans Bilir 2008.
- 2) Pour chaque étoile, lire les magnitudes apparentes en bandes B, V, J, H et K.
- 3) Calculer $(J-H)$, $(B-V)$ et $(H-K)$ et garder cette première valeur de $(B-V)$ comme référence : $(B-V)_{ref}$.

Entrer dans une boucle while qui minimise la distance entre la première valeur de A_V calculée et la valeur calculée. :

- 4) En assimilant $(J-H)$ et $(H-K)$ à des indices de couleurs non rougis (ce qui est faux à la première itération), calculer $(B-V)_0$ avec l'équation (1.14).
- 5) Calculer $E(B-V) = (B-V)_{ref} - (B-V)_0$
- 6) Calculer A_J , A_H et A_K avec les équations (1.3), (1.4) et (1.5).
- 7) Calculer A_V avec l'équation (1.13).
- 8) Vérifier la condition sur A_V
- 9) Si elle n'est pas remplie, calculer les nouvelles valeurs de $(J-H)_0$ et $(H-K)_0$ avec les valeurs d'extinction et revenir à l'étape 4).

J'ai écrit la fonction `intrinsic_colors` qui estime l'extinction et les couleurs intrinsèques avec cet algorithme. Je teste avec une étoile quelconque donnée par NOMAD. Problème, je trouve une extinction négative et des magnitudes intrinsèques plus faibles que les magnitudes apparentes ! En changeant la métallicité je trouve une valeur d'extinction positive ! Il faudra bien faire attention à la métallicité.

19 janvier 2012 :

Frédéric me dit qu'il existe un catalogue donnant les estimations de distance et températures pour les étoiles les plus proches : 2.4 millions d'étoiles. Je l'ai téléchargé sur Vizier et écrit le programme temporaire 'test1.py' pour les voir en 3D et tenter de reconnaître les constellations. Il faut aussi que je regarde la complétude du catalogue pour la magnitude apparente. Aquilon a changé de clé réseau et mon mac refuse de se connecter. J'ai écrit à Nicolas Leclerc.

23 janvier 2012 :

J'ai vérifié la complétude du catalogue Ammons 2006, voir figure 1.3.

Le maximum est à $V = 11.56$. Je vais donc plutôt mettre la limite entre les données réelles et simulées à $V = 11.5$ plutôt que $V = 10$.

La magnitude min du catalogue est $V = 2.052$. Il nous faut donc un catalogue des étoiles brillantes pour compléter ces données. Je les télécarte sur Simbad : 'Vmag<2.052-simbad.dat'.

24 janvier 2011 :

Frédéric me dit de regarder si le lot de l'histogramme est une droite. On veut que le log soit une droite, parce qu'on s'attend à ce que N augmente exponentiellement avec la magnitude. à magnitude absolue fixée, la magnitude apparente faiblit avec le log de la distance ; le nombre d'objet augmente au cube (voisinage solaire) ou le carré de la distance (dans un plan) donc le log du nombre d'objet augmente linéairement avec la magnitude. Voir figure 1.4.

La courbe est approximativement une droite jusqu'à ce que le maximum de la distribution soit atteint. Ce maximum correspond à $V_{mag} = 11.56$. Entre $V = 10$ et $V = 11.56$, il y a 1 013 560 étoiles. A comparer aux 2 034 348 étoiles du catalogue (après écrémage des données manquantes). Soit la moitié !

27 janvier 2011 :

Je n'arrivais pas à savoir si Ammons et al. 2006 gardaient ou non les géantes dans le catalogue. J'ai

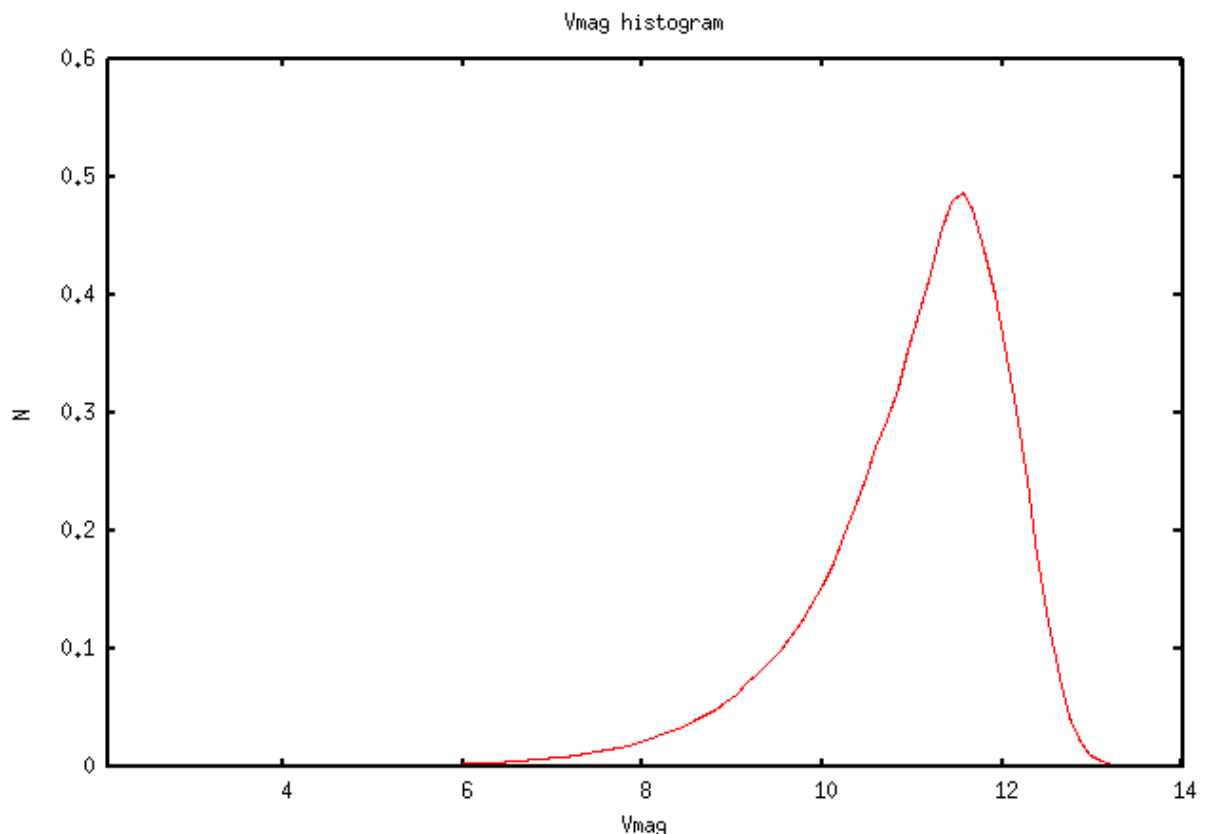


FIGURE 1.3 –

donc utilisé leurs estimations de distance pour calculer la magnitude absolue, et ainsi construire un diagramme HR. Il n'y a aucune structure connue dessus. Rien qu'en prenant les B-V donnés par le catalogue, il y a un problème, j'ai des valeurs de 3, 4, 5, alors que le max devrait être autour de 2. Voir *figure 1.5*.

6 février 2012 :

Je reviens à la solution du catalogue NOMAD. Je regarde la complétude du catalogue. Pour cela je télécharge sur Vizier une zone test autour de $RA=0.0^\circ$, $DEC=0.0^\circ$ un carré de côté 5 deg^2 . Fichier 'NOMAD_RA0.0_DEC0.0.5deg.dat'. Cet échantillon contient 195398 étoiles. En enlevant les lignes pour lesquelles il manque des données de magnitudes, il reste 25630 étoiles. Je construis l'histogramme des magnitudes de la bande V, en prenant les valeurs en \log_{10} : Voir *figure 1.6*.

Je fais la même opération pour le centre galactique de coordonnées $RA=17\text{h } 45\text{m } 40.04\text{s}=266.42^\circ$, $DEC=-29^\circ 00\text{m } 28.1\text{s}=-29.01^\circ$. Voir *figure 1.7*.

Cet échantillon contient 265975 étoiles. En enlevant les lignes pour lesquelles il manque des données de magnitudes, il reste 20246 étoiles.

La limite inférieure en magnitude n'est pas du tout la même dans les deux zones. Elle est plus haute dans le centre galactique. Il semble que les étoiles ayant $V < 8$ ne figurent pas dans NOMAD. Je regarde si Sirius est dans NOMAD, en recherchant autour de sa position dans Vizier. Elle y figure bien avec $V=-1.440$. Par contre on n'a pas R. Donc il y a bien les étoiles brillantes dans NOMAD. Pour l'algorithme décrit le 18 janvier 2012, on n'a pas besoin de R. Donc s'il manque quelques valeurs de R, ce n'est pas grave, dans un premier temps. Après si l'on veut voir la galaxie en bande R, il faudra trouver les valeurs manquantes.

Dans les deux cas on trouve approximativement une droite, jusqu'à au moins $V=16$. Le catalogue

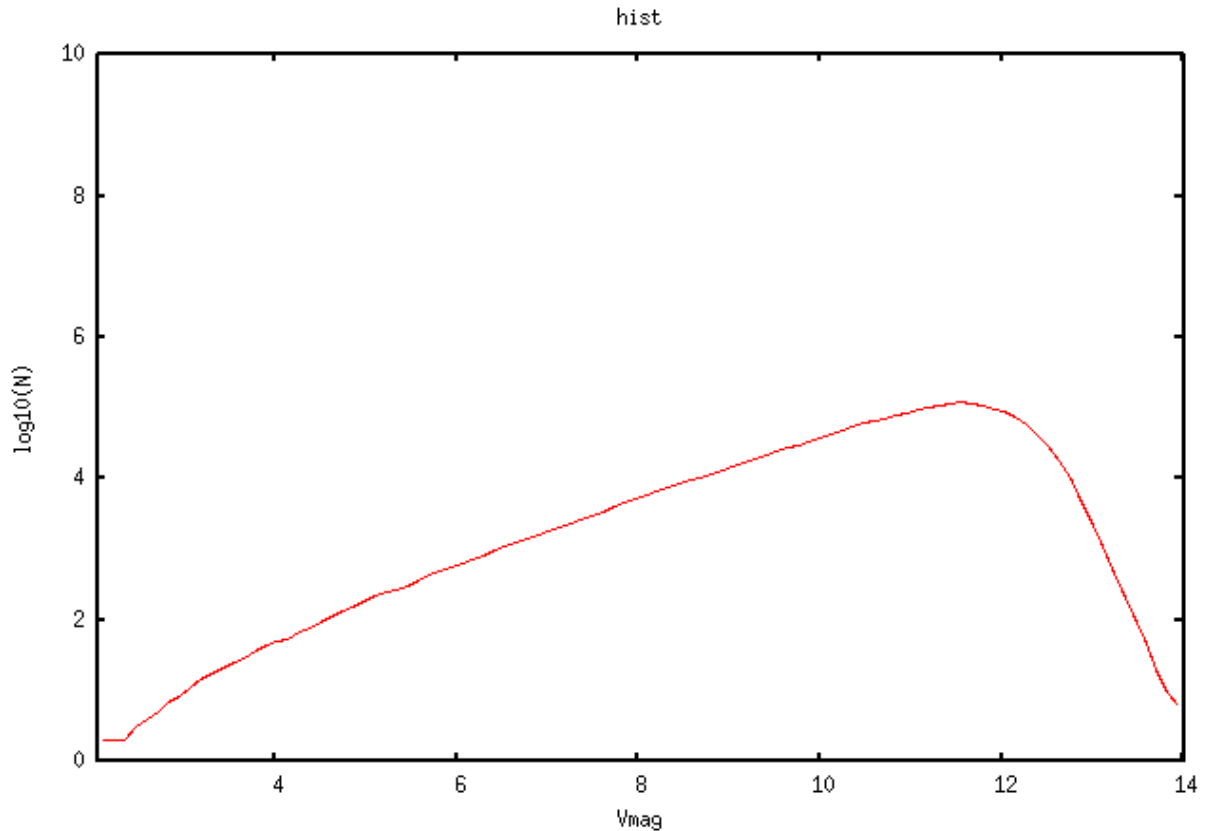


FIGURE 1.4 –

semble donc complet dans ces deux directions jusqu'à au moins $V=16$. Comme la plupart des télescopes amateurs ne permettent de voir à l'oeil que jusqu'à environ $V=13$, on peut se limiter à $V=13$, afin que les champs stellaires soient reconnaissables par les astronomes amateurs dans la simulation.

7 février 2012 :

J'ai traduit ma procédure IDL qui fait des requêtes Vizier en Python. C'est la fonction 'ask_vizier' de la librairie 'RTIGeutil'. Pour télécharger tout NOMAD pour $Vmag < 13$, je ne peux pas demander une boîte de 180° de côté, vizier me dit que c'est trop grand. Si je prends une boîte de 30° de côté, une requête sur le centre galactique donne plus d'étoiles que la limite autorisée par téléchargement :

```
#Info meta=message
# memory restriction caused by sort option (truncated to 265974)
#
#INFO Warning=+++memory restriction caused by sort option (truncated to 265974)
```

Avec 20 degrés de côté ça a l'air de marcher. J'ai mis < 30 pour les magnitudes des autres bandes afin de ne pas télécharger les lignes incomplètes. Problème, quand je cherche Sirius ou Véga dans NOMAD, je n'ai pas de magnitude R. Par contre pour Antarès j'ai tout. J'ai l'impression que NOMAD ne donne pas Rmag pour les étoiles bleues brillantes. Il faut donc que je garde toutes les lignes où seul Rmag est manquante.

Si je découpe le ciel en carrés de 20 degrés de côté, ça fait 162 requêtes à faire sur Vizier.

8 février 2012 :

Je refais un test sur le centre galactique en ne mettant pas de contrainte sur Rmag pour vérifier que la limite en nombre d'étoiles n'est pas dépassée. Vizier me dit que la limite est de 262564 étoiles. Le fichier fait 249168 lignes incluant le header, donc ça va. J'ai essayé des positions proches et ça dépasse

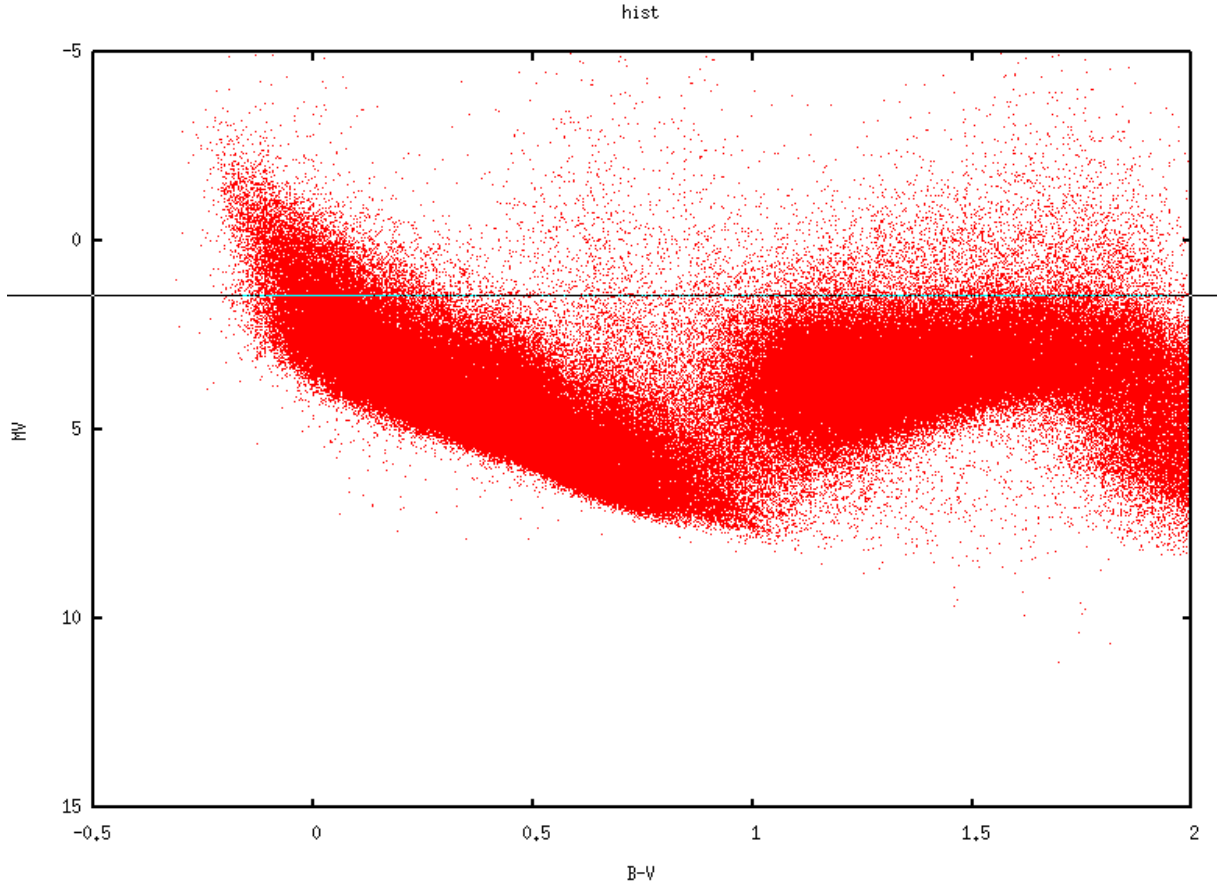


FIGURE 1.5 –

par endroits. Je vais donc devoir réduire la taille de la boîte. Pour ne pas faire trop de requêtes, je vais prendre une taille de boîte qui varie avec la latitude galactique. Je vais donc faire des requêtes en coordonnées galactiques. Par contre je garde les coordonnées du catalogue en équatorial. Par exemple si je prends une boîte de 30 degrés de côté centrée sur la position $l=0.0$, $b=-80.0$, j'ai environ 40000 étoiles, moins que la limite de vizier. Si je prends une boîte de 10 degrés de côté, sur le centre galactique $l=0.0$, $b=0.0$, j'ai environ 77000 étoiles. Le *tableau* (1.2) donne les nombres d'étoiles pour différentes tailles de boîte c et coordonnées galactiques.

D'après ce tableau, je peux découper en latitude (boîtes centrées sur les coordonnées (l, b) comme ceci pour couvrir de $b=-90^\circ$ à $b=90^\circ$ sans que les boîtes ne se recoupent (les nombres d'étoiles sont indiqués) :

- $l=0.0$; $b=72.5$; $c=35$; $N \approx 48000$
- $l=0.0$; $b=45.0$; $c=20$; $N \approx 23000$
- $l=0.0$; $b=25.0$; $c=20$; $N \approx 31000$
- $l=0.0$; $b=10.0$; $c=10$; $N \approx 22000$
- $l=0.0$; $b=0.0$; $c=10$; $N \approx 77000$
- $l=0.0$; $b=-10.0$; $c=10$; $N \approx 77000$
- $l=0.0$; $b=-25.0$; $c=20$; $N \approx 79000$
- $l=0.0$; $b=-45.0$; $c=20$; $N \approx 33000$
- $l=0.0$; $b=-72.5$; $c=35$; $N \approx 60000$

Le dernier fichier fait 8.5Mo pour 60000 lignes, donc on a environ 64 Mo pour la longitude $l=0.0$. Voyons la taille du fichier total en prenant les mêmes tailles de boîtes pour une latitude donnée b pour toutes les longitudes l . J'ai 3 lignes de boîtes de 10° de côté, soit $3 \times 36 = 108$ boîtes ; 4 lignes de boîtes de 20° de côté soit $4 \times 360/20 = 72$ boîtes, 2 lignes de boîtes de 35° de côté soit 20 boîtes + 0.28 boîte

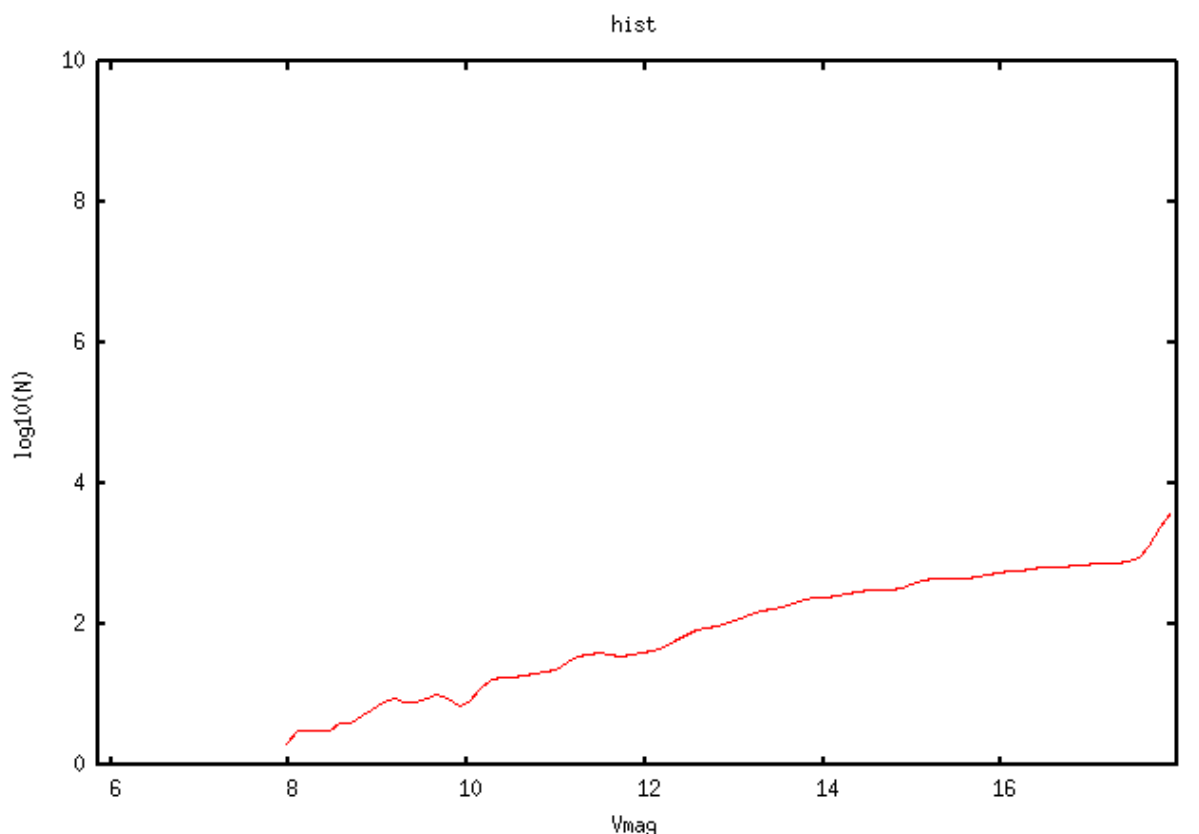


FIGURE 1.6 –

de 35° ($360/35$ ça tombe pas rond). Ca fait donc en tout 201 boîtes.

9 février 2012 :

La figure 1.8 donne le découpage du ciel que j'ai construit, en prenant des tailles de boîtes les plus grandes possibles sans dépasser la limite du nombre d'étoiles. J'ai choisi d'organiser les carrés en lignes (j'aurai pu prendre des carrés plus gros sur les côtés en dehors du plan, mais ce n'était pas pratique pour le programme qui va télécharger les données). Cela fait 122 requêtes à effectuer par Vizier.

1.8.

13 février 2012 :

La fonction 'ask_vizier' est fonctionnelle ! j'ai pu télécharger tout NOMAD jusque $V_{\text{mag}}=13$ avec mon programme 'get_NOMAD.py'. Les données vont directement dans mon disque dur externe. Je vais les mettre sur le site du projet bientôt. J'ai vérifié que tous les échantillons de ciel ont bien été téléchargés. Je regarde que la limite de 265974 étoiles n'est pas dépassée dans les échantillons. Il y a 246055 étoiles dans l'échantillon le plus rempli. Je regarde si la taille des carrés demandés sur vizier est bien celle des échantillons téléchargés : Pour cela je fais un test vizier en demandant de mettre les coordonnées galactiques dans le fichier. Je demande 10 degrés de côtés, avec une position $l=20$, $b=30$. Je regarde dans le fichier la différence $\max(l)-\min(l)$ et $\max(b)-\min(b)$. J'obtiens 10.08 et 12.10... donc quand on demande un carré de 10 degrés de côtés, on a plus... Je vais devoir tout re-télécharger en demandant les coordonnées galactiques en plus, puis retirer les étoiles qui débordent pour chaque échantillon.

14 février 2012 :

Je me suis trompé : l ne se lit pas de -180° à 180° , mais de 0° à 360° . Je dois modifier mon programme de découpage et re-télécharger.

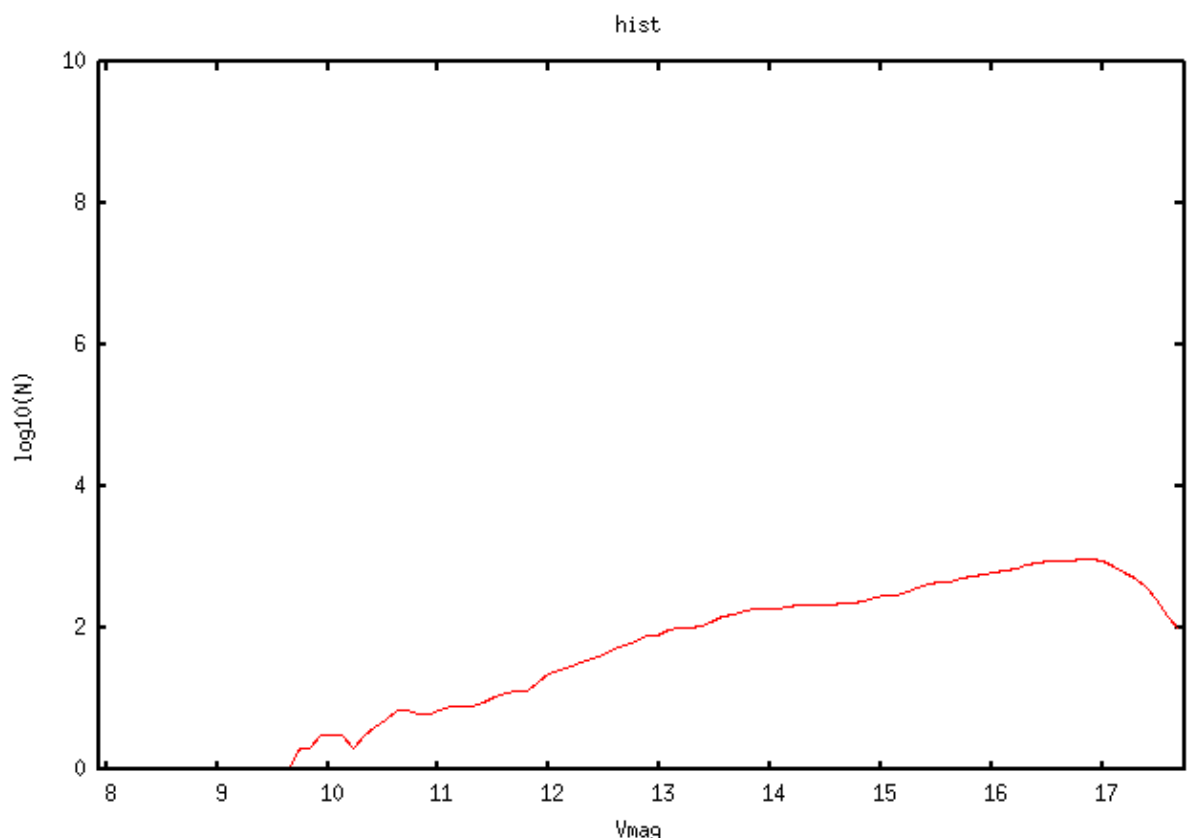


FIGURE 1.7 –

15 février 2012 :

Grosse erreur : je n'ai pas tenu compte de la projection quand j'ai découpé le ciel ! il est impossible de découper un carré de 10 degrés de côtés près du pôle galactique en suivant l et b ! on peut découper une sorte de trapèze tordu ou un disque, mais pas un carré. Quand on utilise box size, Vizier tient compte de ça. On se retrouve alors avec une différence de 180° entre $\max(l)$ et $\min(l)$ alors qu'on avait demandé box-size= 10° si on centre le champ sur $l=0, b=90$ (le champ est alors un disque). Quand j'ai découpé le ciel (*figure 1.8*) je l'ai découpé sur un planisphère, soit le ciel déjà projeté. Cela signifie que tous les carrés pour b grand se recoupent, en fait. Je ne sais donc pas ce que vaut ce découpage. Je trace les points après avoir enlevé les lignes redondantes pour voir s'il manque des étoiles. Si c'est trop compliqué, j'écris à S. Derrière pour avoir des infos sur comment télécharger NOMAD. J'ai écrit le programme 'mergeNOMAD.py' qui fabrique un fichier avec les fichiers téléchargés, sans lignes dupliquées et qui trace les points. J'ai aussi écrit au CDS.

16 février 2012 :

Le CDS me dit d'utiliser les fonctions unix qu'ils proposent sur leur site. J'ai voulu les installer. Je ne peux pas car la fonction make n'existe pas sur MAC. Je verrai plus tard. J'ai modifié le programme 'mergeNOMAD.py', pour qu'il soit plus rapide. Je crée donc le fichier 'NOMAD_allsky.dat'.

Voilà les plots de toutes les étoiles en galactique (*figure 1.9*) et équatorial 1.10 :

Il semble qu'il manque des étoiles à certains endroits, et il en manque aux pôles galactiques.

Je regarde s'il manque des étoiles brillantes en prenant V_{j4} et en superposant à une carte du ciel (*figure ??*) :

Dans l'ensemble, ça correspond mais pour savoir s'il manque des étoiles il faut aller jusqu'à la limite visuelle soit $V_{mag}=6$, et représenter les étoiles avec des points de taille différente selon leur magnitude.

17 février 2012 :

J'ai téléchargé un fichier NOMAD pour $l=0, b=90$ (pôle galactique) et un rayon de disque de 40° .

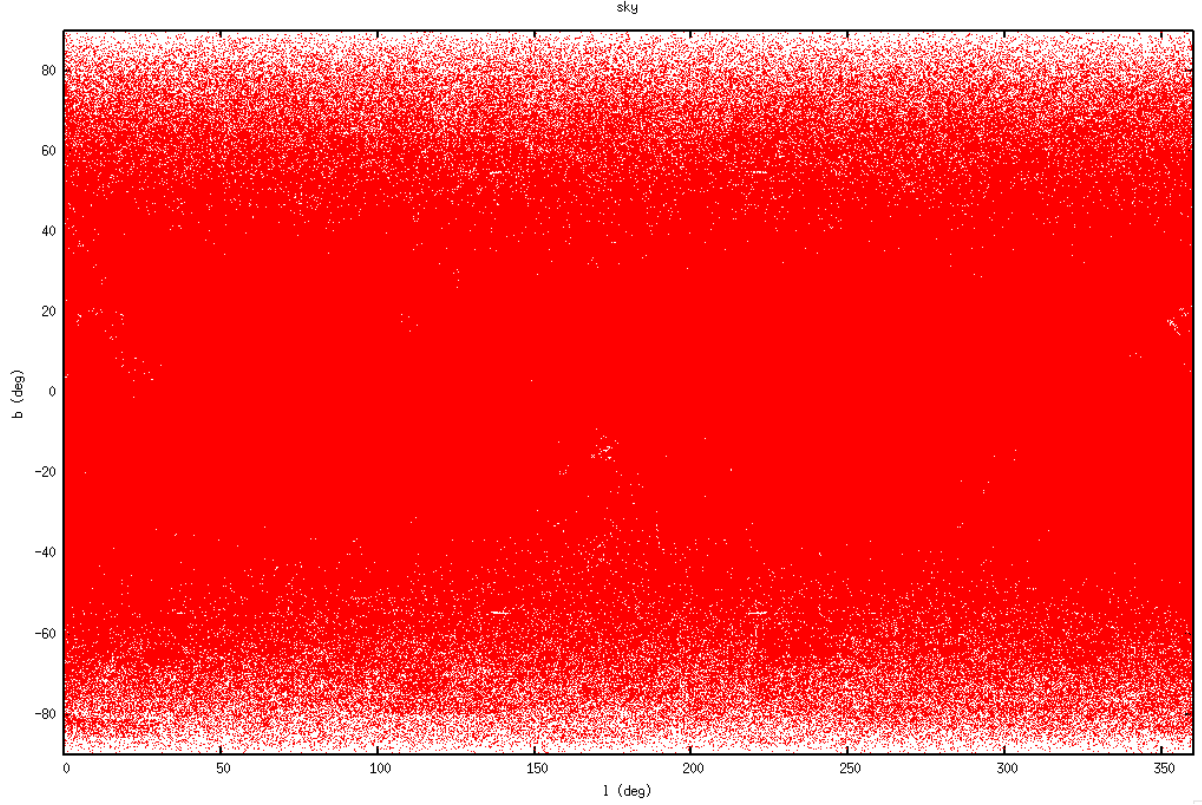


FIGURE 1.9 –

calculés. J'ai obtenu ces deux équations :

$$(B - V)_0 = \frac{b_2(V - J)_0 - b_1(V - H)_0 + b_1c_2 - b_2c_1}{a_1b_2 - a_2b_1} \quad (1.15)$$

$$(B - V)_0 = \frac{b_3(V - J)_0 - b_1(V - K)_0 + b_1c_3 - b_3c_1}{a_1b_3 - a_3b_1} \quad (1.16)$$

$$(1.17)$$

L'algorithme diverge aussi. Frédéric me dit que quand on trouve $Av < 0$, c'est que $Av = 0$. Bon, mais ça ne dit pas pourquoi la plus part des valeurs d'extinctions qui sont positives sont à 2, 3, ou 4 chiffres. En cherchant une raison à cela, j'ai regardé les données de NOMAD. En traçant $B - V$ en fonction de $V - R$, je trouve quelque chose de très étrange, voir la figure 1.17.

Cette structure rectiligne parcourue de cassures n'apparaît pas dans un diagramme IR : $J - H$ en fonction de $J - K$, voir la figure 1.18.

Or dans la documentation de NOMAD (http://www.nofs.navy.mil/nomad/nomad_readme.html), je trouve ceci :

UCAC2 : is also a compiled catalog, including all catalogs used for Tycho-2 (thus also including Tycho and Hipparcos astrometric data), plus the recent epoch ground-based observations of the UCAC project. However, only 86% of the sky are covered by UCAC2 (the north celestial pole area is missing). For stars not in USNO-B, the UCAC2 magnitude has been used as "R" photometry value, although the UCAC2 bandpass is between V and R.

Voilà l'explication : Si pour donner un R aux étoiles qui ne sont pas dans USNO-B mais seulement dans UCAC 2, on prend la magnitude s'apparentant à R de UCAC 2 qui est en fait entre le V et R

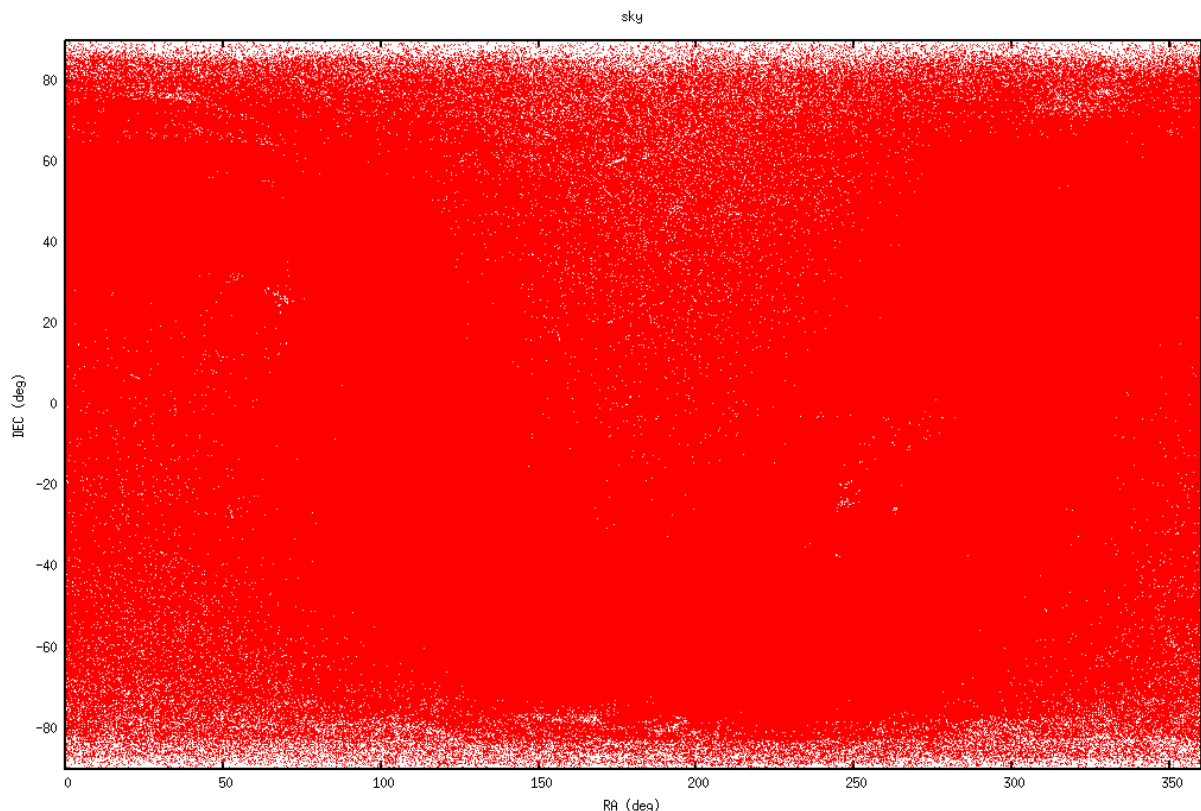


FIGURE 1.10 –

dans le système Johnson-Cousins, il est possible que dans un certain cas, R et V se trouvent presque identiques. Tracer deux variables presque identiques l'une en fonction de l'autre, ça fait des droites. Si je trace B_V en fonction de $B - R$ ça donne les points de la *figure 1.19*. On voit une ligne droite.

28 février 2012 :

Frédéric et moi avons pensé à une autre méthode :

- 1) Choisir un échantillon de NOMAD autour d'une direction du ciel.
- 2) Construire un diagramme RPM pour l'échantillon d'étoiles.
- 3) Séparer les naines (groupe I) des géantes (groupe II).
- 4) Donner une distance identique, $d=1$ kpc par exemple à toutes les étoiles des deux groupes.
- 5) Lire les coordonnées l , b de chaque étoile et calculer l'extinction selon le modèle de Frédéric : $A_v = f(l, b, d)$.
- 6) Dérourer les magnitudes avec l'extinction calculée (en utilisant les ratios A_λ/A_v).
- 7) Calculer les températures des étoiles des deux groupes à partir des indices de couleurs intrinsèques.
- 8) Dédire le type spectral puis la magnitude absolue à partir de la température, pour les deux groupes.
- 9) Calculer la distance des étoiles avec la magnitude absolue et les magnitudes intrinsèques.
- 10) revenir au 4) avec la distance calculée et les couleurs dérougées, tant que la distance d'au moins une étoile varie.

29 février 2012 :

J'ai traduit l'algorithme `kingdom_means` depuis IDL en python : fonction '`kingdom_means`' dans '`R-TIGEutil.py`'. Pour séparer naives et géantes sur un diagramme RPM, j'ai écrit le programme '`R-TIGE_NOMAD_distances.py`' qui contiendra tout l'algorithme décrit hier. La droite de séparation est décalée au centre de gravité des deux points médians des nuages du RPMD. J'ai dû multiplier par 2

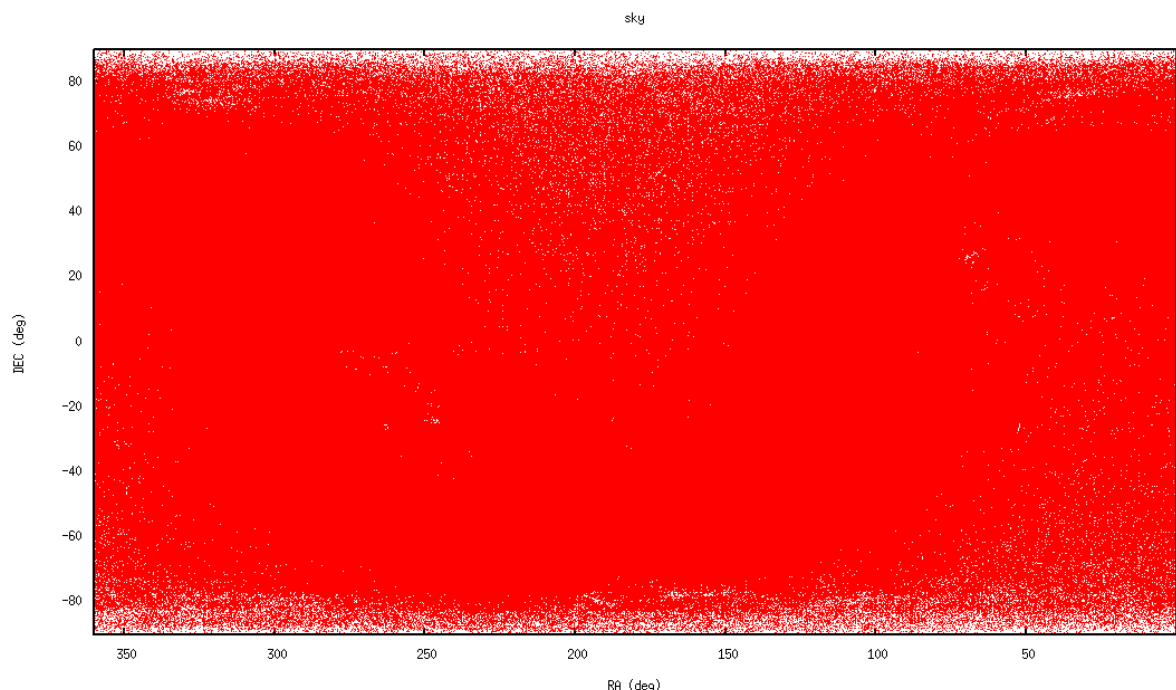


FIGURE 1.12 –

limb2(12), liml2(37,11)

lignes et colonnes sont ptet permutées en fortran (et les indices commencent à 1)

sigabs(199) : l'erreur en % sur l'extinction

Cordialement,

Frédéric

2 mars 2012 :

J'ai discuté avec Frédéric pour qu'il m'explique ce que représentent les variables de son programme. Le ciel a été découpé en 199 cônes, ou cases. Une valeur d'extinction est calculée pour chacune de ces cases avec les coefficients *cofr*, *cofr2*, *r0*, *absr0*, *pent0*. *sigabs* est l'erreur sur l'extinction calculée. *numl2* et *numb2* sont les numéros des cases dans les deux directions (l et b). Le ciel découpé en 199 cônes n'est pas un carré : il n'y a pas le même nombre de colonnes l pour chaque ligne b. Il y'a 11 lignes et entre 11 et 37 colonnes. Les variables *liml2* et *limb* donnent les bornes des cases (deux valeurs consécutives i et i+1 de *limb2* donnent les bornes de la case *numb[i]*).

J'ai fini de traduire le code de Frédéric. La fonction qui estime l'extinction est 'ext_model', dans 'RTIGUtil.py'. Elle fonctionne avec le fichier 'RTIGUtil.ext_model.dat', présent dans le dossier des programmes python. Il faut que je teste avec Frédéric pour voir si son code donne les mêmes résultats que les miens. Ça colle.

5 mars 2012 :

Je cherche des relations température-couleurs intrinsèques. Dans Ramirez 2005 I et II je trouve une calibration $T_{eff} - (V - K)_0$. Mais elle ne fonctionne que pour les températures de 4000 à 7000 K et des $(V - K)_0$ entre 1.0 et 3.0, pour la séquence principale (étoiles FGK). Il me faut donc des calibrations aussi pour les étoiles 0, B, A, et M de la séquence principale, et pour les géantes.

23 mars 2012 :

Il semble très compliqué de trouver ces relations :

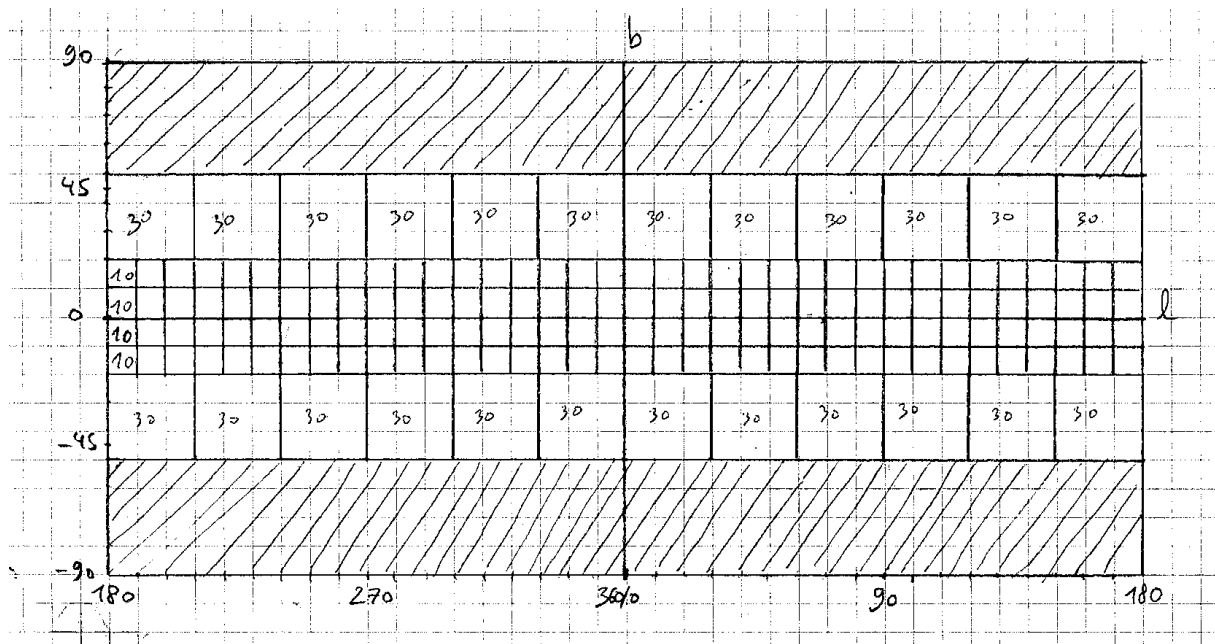


FIGURE 1.13 –

Je me demandais quel est le plus efficace entre

- Aller chercher tous les petits bouts composant la relation couleur-luminosité, à la source, et ainsi refaire le travail de Besançon sur ce point précis.

ou

- Aller chercher dans les nombreux résultats du modèle de Besançon celui donnant la relation température-luminosité, en rejetant ce qui ne nous intéresse pas.

Misha dit que c'est très long et que ça a déjà été fait. Il propose d'utiliser le catalogue de Pickles et Depagne 2010. Ces auteurs ont fitté des magnitudes avec des spectres synthétiques, et ont remonté jusqu'à la distance des étoiles. D'une part à partir du catalogue Tycho 2, pour 2.4 millions d'étoiles et d'autre part à partir des catalogues 2MASS et SDSS pour 4.8 millions d'étoiles.

J'ai tracé pour ces deux catalogues le diagramme H-R ($M_V, B - V$) et l'histogramme des magnitudes pour voir si la population d'étoiles qu'ils contiennent après le fit des spectres est réaliste, et si ces catalogues sont complets.

26 mars 2012 :

Je regarde les magnitudes max et min des deux catalogues Pickles 2010 :

- 1) avec Tycho 2 : Vmag entre 2.052 et 15.193
- 2) avec 2MASS+SDSS : Vmag entre 5.804 et 22.947

En fait comme on voulait mettre la limite à $V=13$, le catalogue 1) est amplement suffisant. Il faut par contre remplacer les estimations de distance par les parallaxes de XHIP pour les étoiles de XHIP.

27 mars 2012 :

Je compare les nombres d'étoiles des deux catalogues dans l'intervalle où ils se recoupent, soit entre $V=5.804$ et $V=15.193$

Pour le catalogue 1, je trouve 2426096 étoiles, pour le catalogue 2, je trouve 3577354 étoiles. Il y a

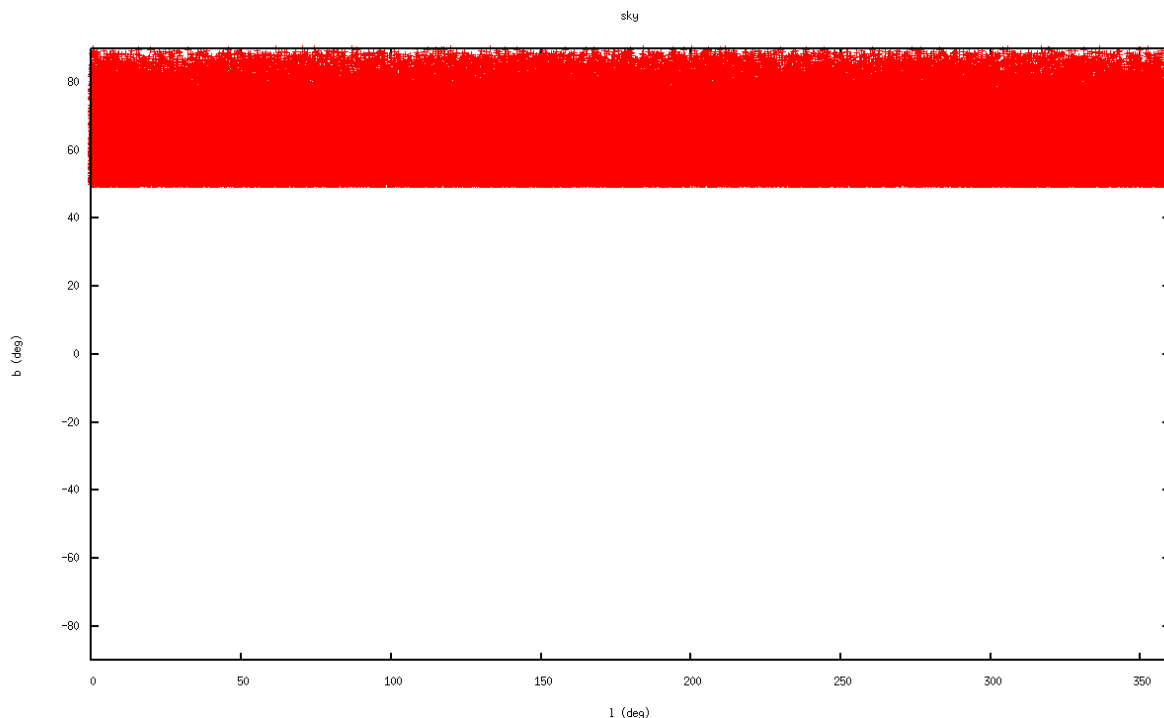


FIGURE 1.14 –

donc 1.47 fois plus d'étoiles dans le catalogue 2. Donc on peut considérer que le catalogue 1 est inclus dans le catalogue 2 pour les étoiles au-dessus de $V=5.804$. Mais on va utiliser le catalogue 1 car on n'a pas besoin des distances des étoiles ayant $V \geq 15$.

A vue d'oeil, voir *figure 1.20*, le catalogue 1) semble complet jusque $V=11.5$. Il y a un léger manque d'étoiles peut-être pour les très brillantes. Mais je dois intégrer les étoiles Hipparcos, pour avoir des mesures de distances "vraies", le plus possible, en plus des estimations. En faisant ça, je comblerai peut-être ce léger creux.

04 avril 2012 :

Misha et Frédéric disent que le creux dans la distribution près de $V=2$ est normal : il y a très peu d'étoiles très brillantes dans le ciel. Il faut corrélérer Pickles-Tycho et XHIP, et pour chaque étoile présente dans les deux catalogues, prendre la distance donnée par XHIP. Pour les étoiles dont la distance n'est pas donnée dans XHIP, la calculer avec la parallaxe donnée par XHIP (les parallaxes sont peu précises pour ces étoiles, mais on aura une distance quand même).

J'ai utilisé le service Xmatch du CDS pour chercher les étoiles XHIP dans Pickles-Tycho2. Le résultat est dans le fichier 'Pickles_1vsXHIP.dat'. Il contient autant de lignes que XHIP (moins les étoiles que Xmatch n'a pas trouvé) et la première colonne est la distance des étoiles entre les deux catalogues.

16 avril 2012 :

Je suis en train de mettre en forme un catalogue d'étoiles 'RTIGE_KS.catalogue.dat' à partir de Pickles-Tycho2. Je cherche les étoiles de Pickles-Tycho2 qui ont une distance dans XHIP, et je leur attribue cette distance. Pour les autres je garde la distance estimée. Pour toutes les étoiles de XHIP (qui ont ou non une distance mesurée), je rassemble les infos données par XHIP et je mets en forme un catalogue de méat-données, 'RTIGE_KSadd.catalogue.dat', et je fais référence à ces étoiles dans le catalogue principal. Le programme qui fait ce travail est 'RTIGE_KS.catalogue.py'.

Problème : Dans Pickles-Tycho2, il y a des étoiles dont les coordonnées sont identiques, mais dont la distance estimée est différente. De plusieurs dizaines de pc. Ce ne sont donc pas des étoiles doubles. Je ne trouve pas l'info dans l'article.

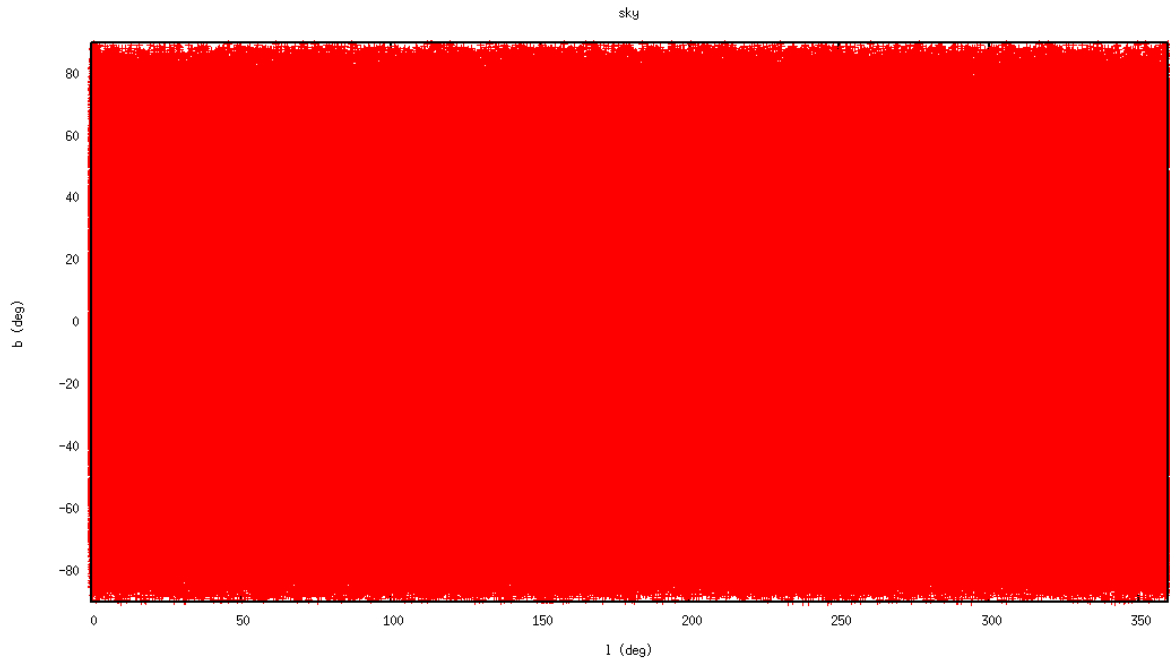


FIGURE 1.15 –

λ	$k_\lambda = A_\lambda/A_V$
U	1.531
B	1.324
R	0.748
I	0.482
J	0.282
H	0.175
K	0.112

TABLE 1.1 –

l	b	c	N (\approx)
0.0	-80.0	30	40000
0.0	-40.0	40	170000
0.0	-40.0	30	89000
0.0	-30.0	30	145000
0.0	-20.0	20	123000
0.0	-15.0	20	212000
0.0	-10.0	10	77000
0.0	-10.0	20	266000 (trop)
0.0	0.0	10	77000
0.0	10.0	20	90000
0.0	10.0	10	22000
0.0	15.0	10	14000
0.0	20.0	20	45000
0.0	30.0	30	70000
0.0	40.0	30	61000
0.0	40.0	40	111000
0.0	80.0	30	33000
10.0	-40.0	40	163000
10.0	0.0	10	55000
-10.0	0.0	10	44000

TABLE 1.2 –

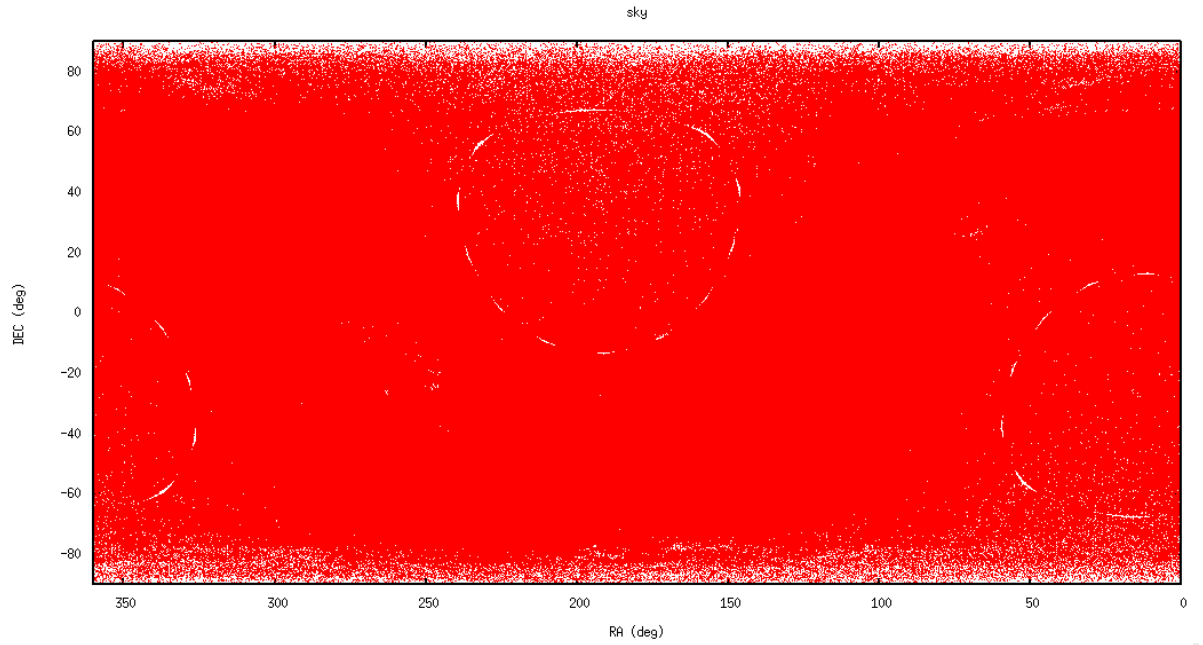


FIGURE 1.16 –

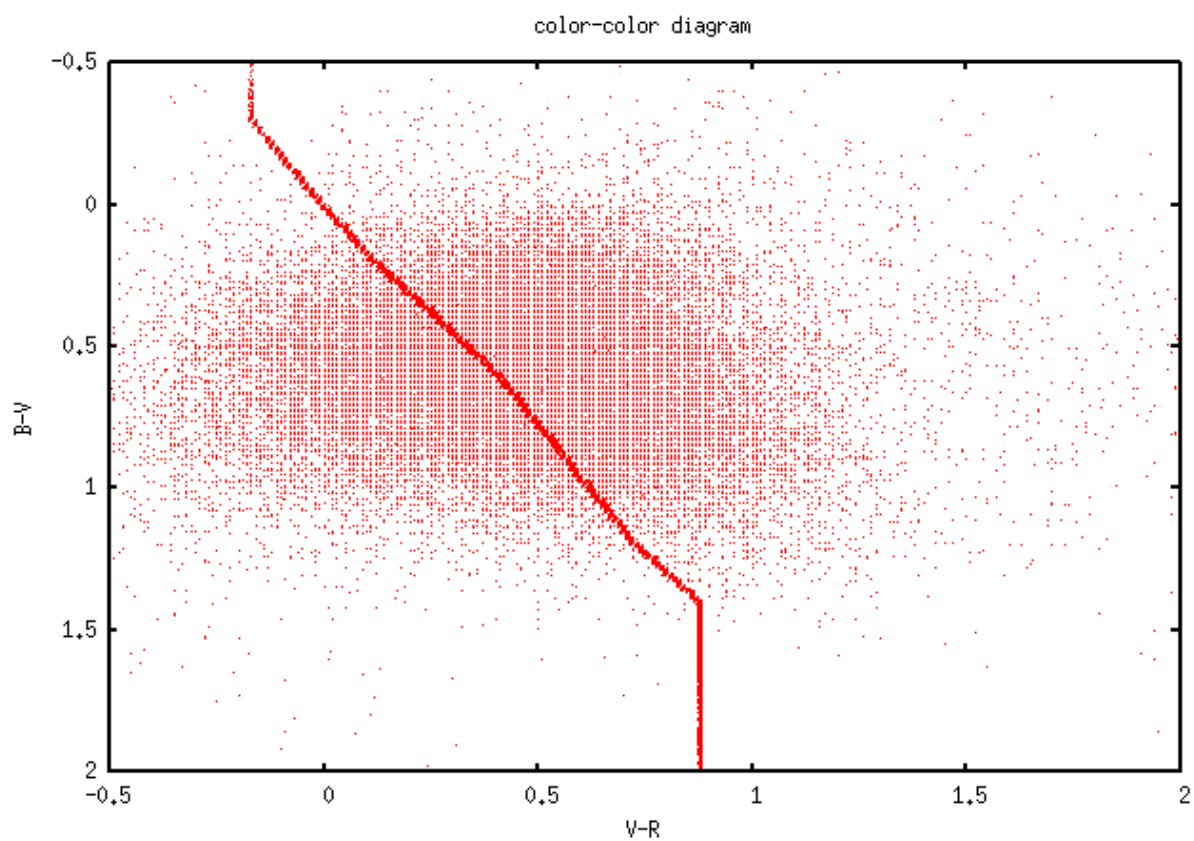


FIGURE 1.17 –

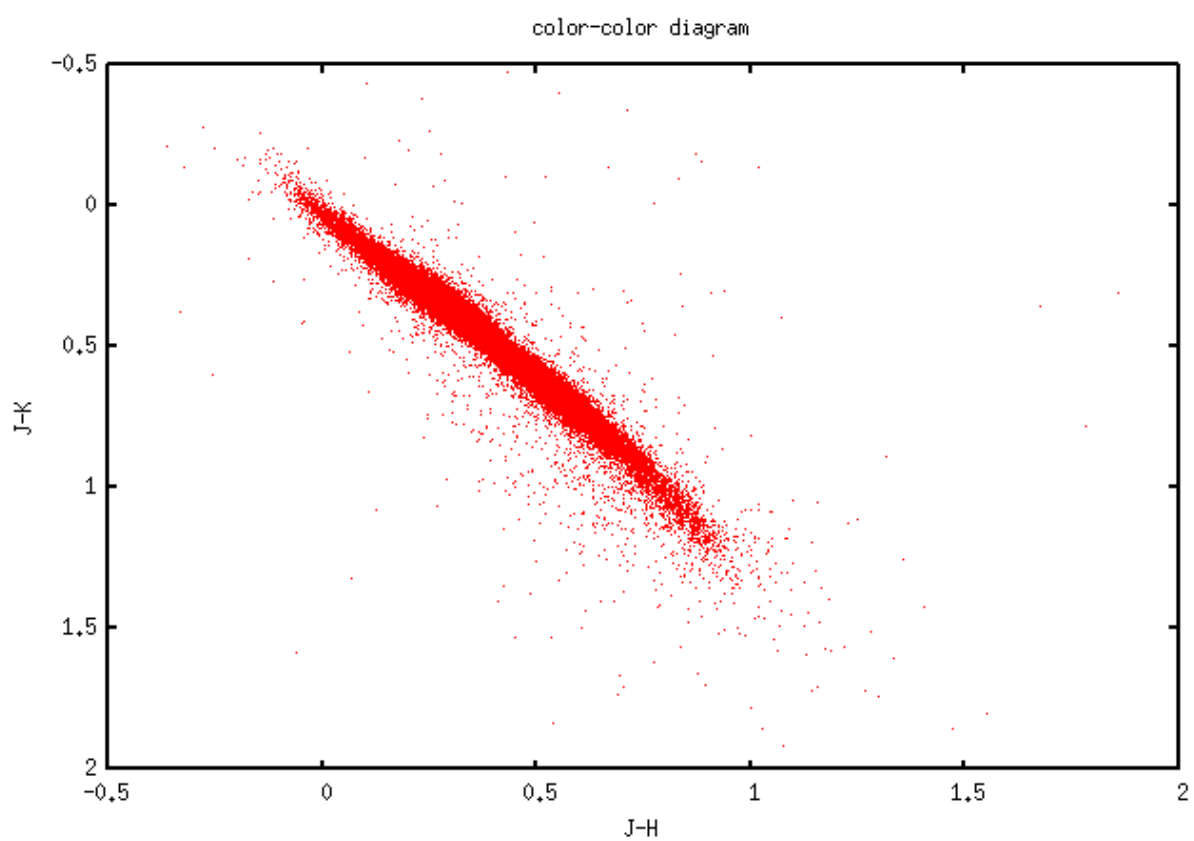


FIGURE 1.18 –

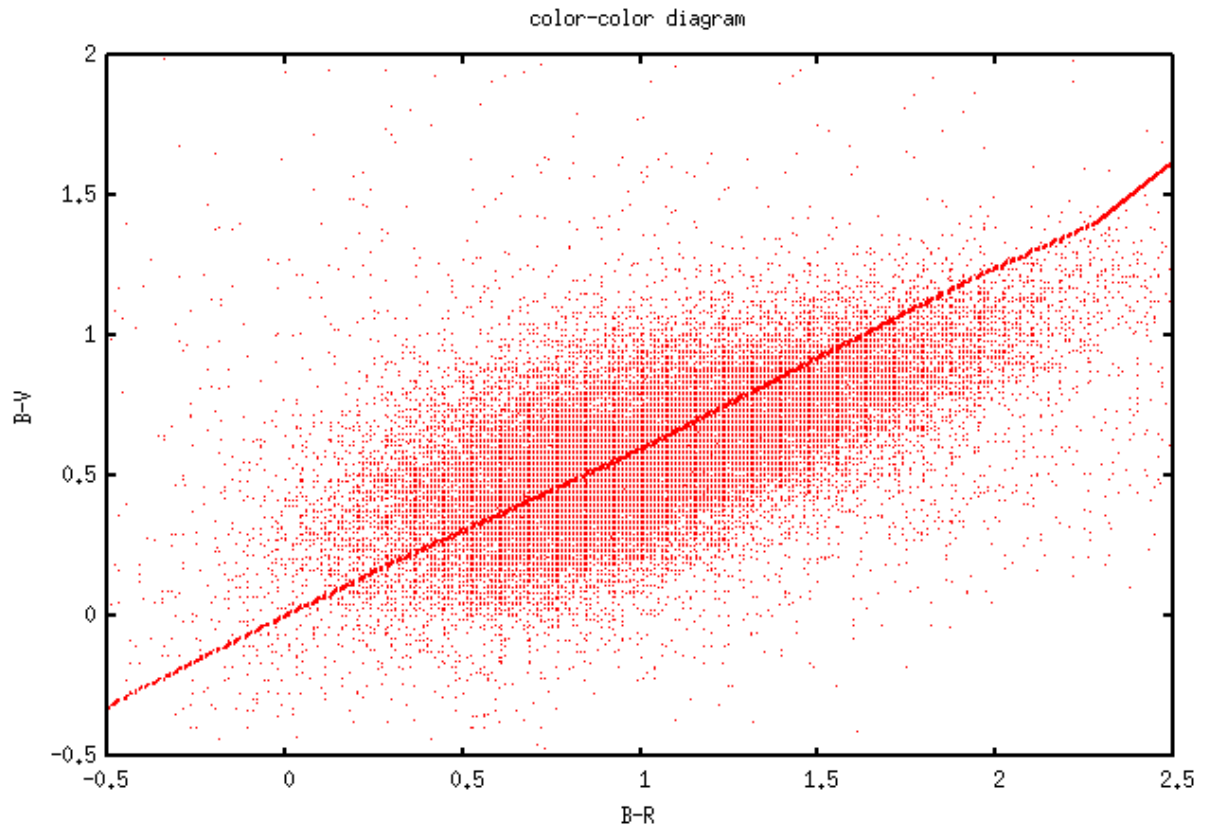


FIGURE 1.19 –

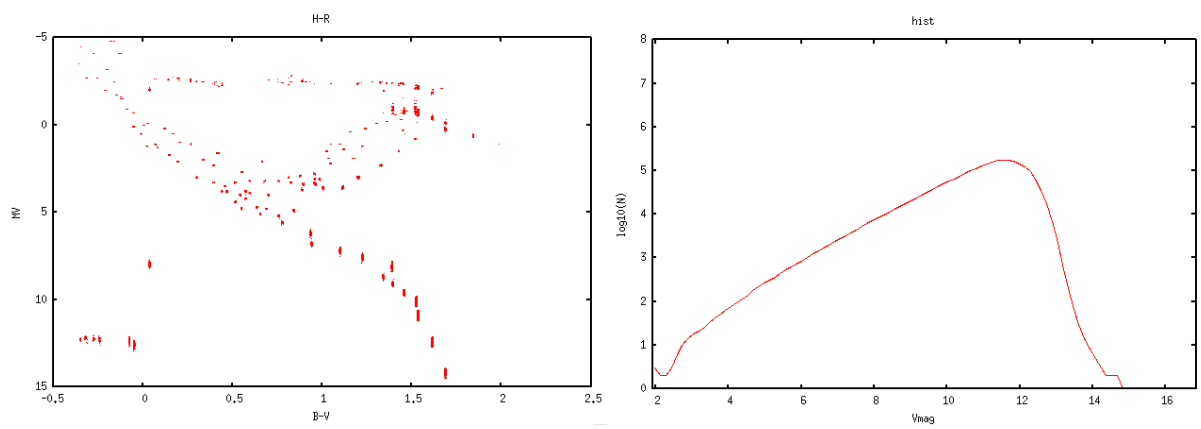


FIGURE 1.20 – Basé sur Tycho 2

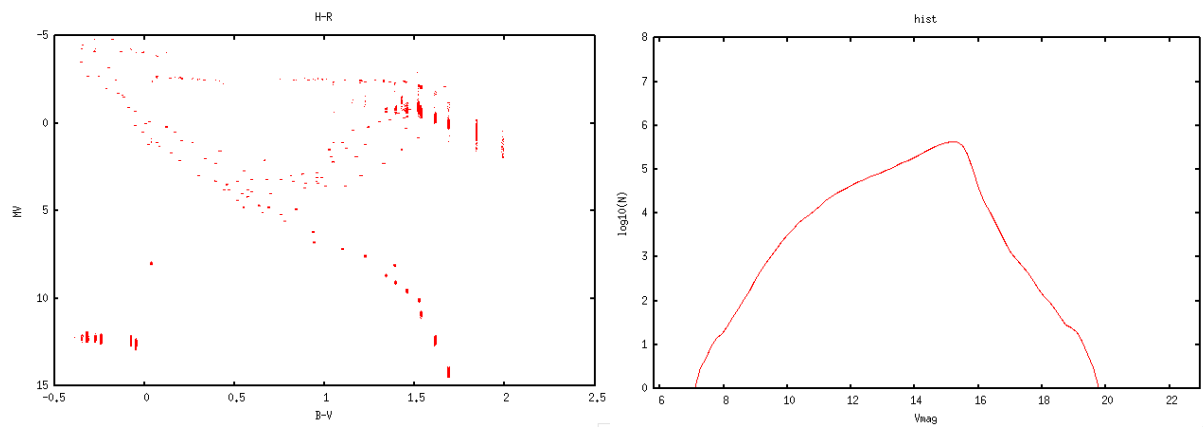


FIGURE 1.21 – Basé sur 2MASS et SDSS.