

Stellar Streams, Moving groups et autres associations.

1) Préambule

La « zoologie » des structures de type association n'est pas figée et évolue en même temps que l'astrophysique, les catégories elles même ayant une tendance à évoluer au cours du temps tout comme les objets. Il est donc courant de voir des objets avec un nom précis (qui inclue le nom de la catégorie) être au final membre d'une autre catégorie : par exemple Hyades stellar stream est en fait un moving group ... Dans cette petite note, je vais essayer de clarifier un peu la nomenclature de ces différentes catégories, notamment via une description de leurs caractéristiques principales et de donner les liens qui existent entre ces dernières. On gardera toutefois à l'esprit que le nom d'un objet est souvent lié à l'histoire de sa découverte, à la connaissance du sujet à ce moment précis et donc forcément biaisé. Bref le nom n'est pas forcément lié à la catégorie de l'objet.

2) Définitions

2.1 Star cluster

amas d'étoiles liées par la gravitation. C'est la définition la plus générique de cette catégorie, attention toutefois à ne pas confondre avec les galaxies naines. La différence principale entre un amas stellaire et une galaxie est l'absence de matière noire et a priori un amas stellaire est composé d'une population stellaire simple alors qu'une galaxie peut avoir une population stellaire composée. Un cas concret d'incertitude sur le type d'objet est Omega Centauri, à l'origine cet objet est classé comme amas stellaire mais des études détaillées ont montrées une population stellaire complexe ainsi qu'une forte présomption de présence de matière noire, remettant en cause sont classement en tant qu'amas globulaire .

On distingue deux sous-types d'amas stellaires :

a. Open cluster (amas ouvert) :

population d'étoiles coévales de quelques milliers d'étoiles. Objet marginalement lié par la gravitation au sens qu'une interaction avec un objet massif a de forte chance de le détruire. Se trouvent en général dans les disques de galaxies. La durée de vie d'un amas ouvert, de part sa nature et son emplacement dans le disque, est courte, de l'ordre de quelques centaines de millions d'années. Quelques exemples-> Pleiades cluster, Hyades cluster, Alpha Persei cluster.

b. Globular cluster (amas globulaire) :

population d'étoiles coévales dont le nombre d'étoiles peut monter jusqu'à quelques millions. Les amas globulaires sont fortement liés par la gravitation et donc plus stable. On les trouve surtout dans les halos et disques épais de galaxies. Ils ont une grande durée de vie et certains sont presque aussi vieux que l'âge estimé de l'univers. Quelques exemples : 47 Tucanae, M3

2.2 Associations

Les associations stellaires sont de nature diverses dans la littérature, et ceci est lié soit à leur contenu soit à leurs effets sur leur environnement. Néanmoins, il y a des points communs entre les différents sous-types : une origine dans un même nuage moléculaire, un âge relativement jeune et l'absence d'un lien gravitationnel entre les étoiles constituant l'association. Les 3 types d'associations que l'on rencontre dans la littérature sont

a. **OB association :**

Une association OB est un groupe d'étoiles jeunes, formées dans le même nuage moléculaire dont une partie est de type spectral O ou B. Ces étoiles ne sont pas liées par la gravitation. Typiquement une association OB contient de l'ordre de 10-100 étoiles massives (les OB). Quelques exemples :

b. **R association :**

Association d'étoiles jeunes qui illuminent une nébuleuse en réflexion. Ces associations ne contiennent pas d'étoiles massives, d'où l'existence d'une nébuleuse en réflexion. Exemples : R Corona Australis T, Lupus T ...

c. **T association :**

Associations d'étoiles jeunes contenant des étoiles de type T-Tauri. Exemple : monoceros R2

2.3 Moving group

Moving group est un terme générique qui peut englober plusieurs types d'objets. Communément, un moving group est une structure de l'espace des vitesses ou de l'espace des intégrales du mouvement. Les étoiles qui le composent peuvent ou non avoir une répartition particulière dans l'espace des configurations (positions). Attention, même si une certaine cohésion existe encore en terme de position, les étoiles composant le moving group ne sont plus liées entre elles par la gravitation.

L'idée communément admise historiquement est que les moving groups sont des rémanents d'amas stellaires qui se sont dissolus via les effets de marée. Cependant des structures dans l'espace des vitesses peuvent également apparaître naturellement par l'action de perturbations dans les disques galactiques (effet des barres centrales ou des bras spiraux). Donc du côté de la nomenclature, nous nous retrouvons avec des objets qui sont

historiquement appelés des moving groups mais dont des études ultérieures ont montrés que ce ne sont pas des rémanents. **Il faut donc faire attention à ne pas se baser sur la nomenclature pour assigner un type d'objet.** Dans la suite je vais essayer de répertorier les différentes sous-classes de moving group, pour Simbad nous considérons la définition la plus générale possible d'un moving group -structure de l'espace des vitesses- sans tenir compte de l'origine de la structure. Ainsi pour nous, en terme de nomenclature, un stream, groupe cinématique ou supercluster est hiérarchiquement une sous-classe de moving group.

a. Stellar stream :

Un stellar stream est le résultat de la dissolution d'un amas ou d'une galaxie naine par les effets de marées de la galaxie hôte. Les étoiles sont réparties le long des queues de marées et sont encore visibles dans l'espace des configurations sous forme de surdensité qui tracent en apparence l'orbite du progéniteur (mais ce n'est que en apparence). Les étoiles qui composent le stream suivent donc la même répartition en couleur/magnitude absolue que le parent. Ces structures sont relativement jeunes dans le sens que le mélange de phase qui s'opère lorsque l'objet orbite autour de la galaxie n'a pas encore eu le temps de détruire la cohésion spatiale de la trainée.

Dans la Voie Lactée, l'exemple le plus frappant est la carte obtenue par le relevé SDSS montrée ci-dessous

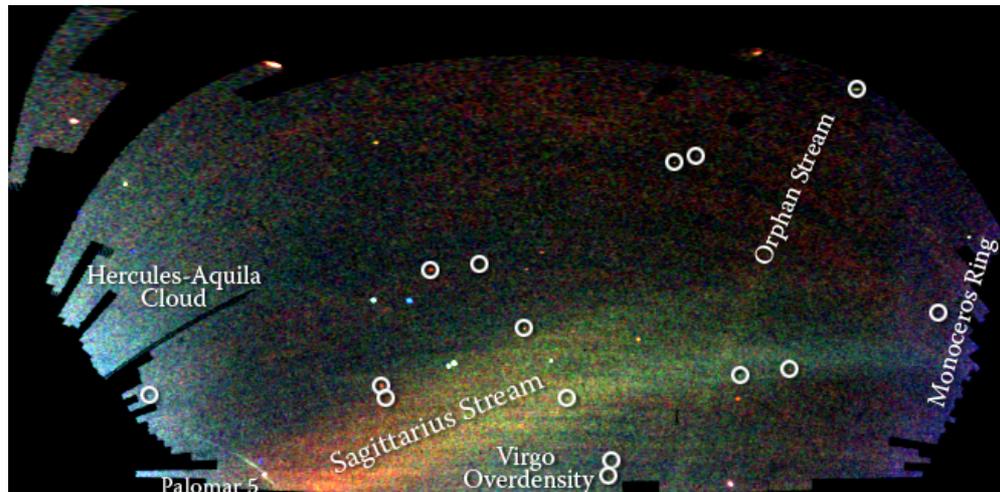


Figure 1: Field of stream du SDSS (www.sdss.org, crédit V. Belokurov IoA Cambridge). Cette image montre une carte en densité vers le pôle nord Galactique. Les surdensités qui apparaissent sont des trainées de marée laissées lors de l'accrétion de galaxies satellites de la Voie Lactée.

b. Kinematic group :

Les kinematic groups ne sont pas des rémanents mais une superposition d'étoiles dans une région de l'espace des vitesses due à l'effet d'une perturbation. Donc les étoiles qui appartiennent à un groupe cinématique ne sont pas liées entre elles : c'est un ensemble hétérogène.

Un exemple de groupe cinématique est vu dans la distribution des vitesses des objets Hipparcos présentée ci-dessous

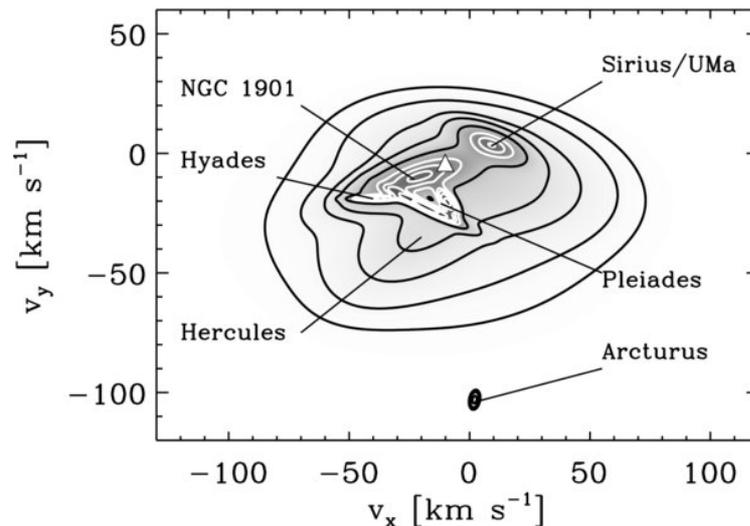


Figure 2 : distribution des vitesses dans le plan Galactique (x vers le centre Galactique, y vers la rotation) de Dehnen (2000). Cette figure montre des surdensités dans l'espace des vitesses et certaines de ces structures ne correspondent pas à des surdensités en terme de position, par exemple Hercules à $V_y = -40$ km/s. Ce sont des groupes cinématiques.

c. Supercluster :

Un supercluster est le rémanent d'un amas stellaire dont l'orbite passe par le voisinage solaire ou le reste d'une trainée qui a perdu sa cohésion spatiale mais dont les membres ont conservés une certaine cohésion en vitesse. Le résultat est une distribution des étoiles sur tout ou une grande partie de la sphère céleste mais une structure cohérente en vitesse.

Un exemple est donnée sur la figure 2 ci-dessus : la structure Sirius/UMa est le Ursa Major moving group, aussi appelé Sirius supercluster.

2.4 Relation hiérarchique entre les types d'objets

Nous avons vu précédemment via les définitions, que une grande partie des objets sont en fait des sous-classes ou des sous-types de types généraux. Ces types généraux sont les Star cluster et Moving groups. La relation entre les types généraux et les sous-types sont donnés dans le diagramme suivant. On notera une relation en le type Open Cluster et les Supercluster et Association. En effet un amas ouvert évoluera dans le temps pour se transformer soit en association soit en supercluster.

On notera au passage que la hiérarchie de types d'objets dans Simbad est différente de ce qui est montré ici. En effet dans la hiérarchie de types d'objets dans Simbad, les Moving Groups sont une sous-classe de Assoc, or dans l'usage courant de la communauté, Assoc* est une sous-classe de Moving Group. Est-il possible de corriger cela ?*

