

Projet - GalaXess - Projekt

Mesure de l'expansion de l'Univers

Un laboratoire embarqué dans la stratosphère



Projet - GalaXess - Projekt

Objectifs

- Vérifier de la loi de Hubble
- Soumettre les capteurs photovoltaïques polymériques à des contraintes thermiques et aux rayonnement stratosphériques
- Préparer un retour de la sonde par un vol semi-automatique

Projet - GalaXess - Projekt

Moyens mis en oeuvre

- Ballon sonde stratosphérique à pression régulée
- Laboratoires embarqués contrôlé par des Educaduinos pour effectuer les mesures. Ils seront alimentés par des batteries et des panneaux photovoltaïques
- Contrôle du retour de l'aéronef sur terre avec une centrale inertielle, une caméra embarquée et une liaison radio (satellite ?)

Projet - GalaXess - Projekt

Organismes ou entreprises partenaires

- Eurosmart : fourniture des Educaduinos, l'expertise pour l'étude des capteurs pour la loi de Hubble
- IPREM / CNRS : fourniture des capteurs photovoltaïques souples, du laboratoire de mesure développé en possible collaboration avec des étudiants
- CNES : fourniture du ballon sonde
- Aviation civile : autorisation de lâcher et de survol
- Autres entreprises ou collectivités : éventuelle location d'un canal satellite pour le contrôle de l'aéronef, financement de l'opération

Projet - GalaXess - Projekt

Avancement du projet : laboratoire embarqué « Hubble »

Méthode :

- A partir d'un échantillon réel de galaxies, évaluer par l'effet Doppler la vitesse apparente d'éloignement des galaxies.
- Par comparaison avec la distance fournie de ces galaxies, calculer le taux d'expansion de l'Univers (constante de Hubble)
- En déduire une estimation de l'âge de l'Univers

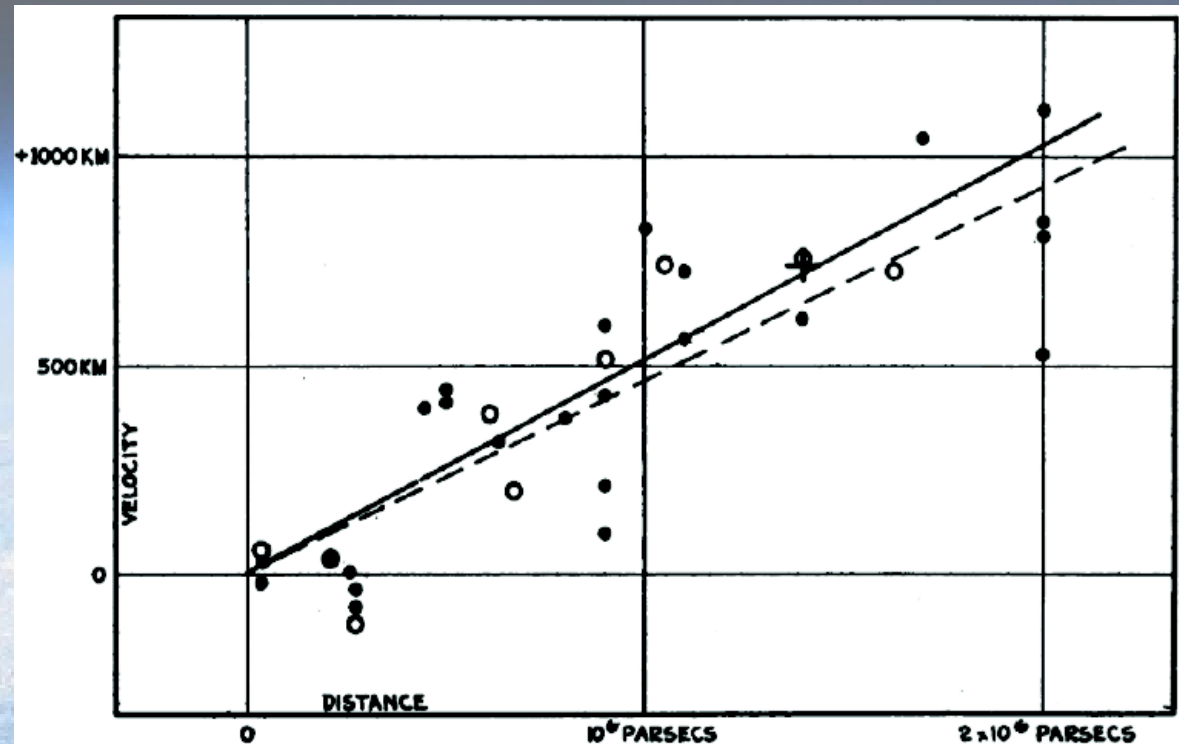


FIGURE 1
Velocity-Distance Relation among Extra-Galactic Nebulae.

*Diagramme de la découverte de l'expansion de l'univers réalisé par Hubble en 1929
(tiré de Proc. Nat. Astron. Soc., vol. 15, p. 168, 1929)*

Projet - Galaxess - Projekt

Avancement du projet : laboratoire embarqué « Hubble »

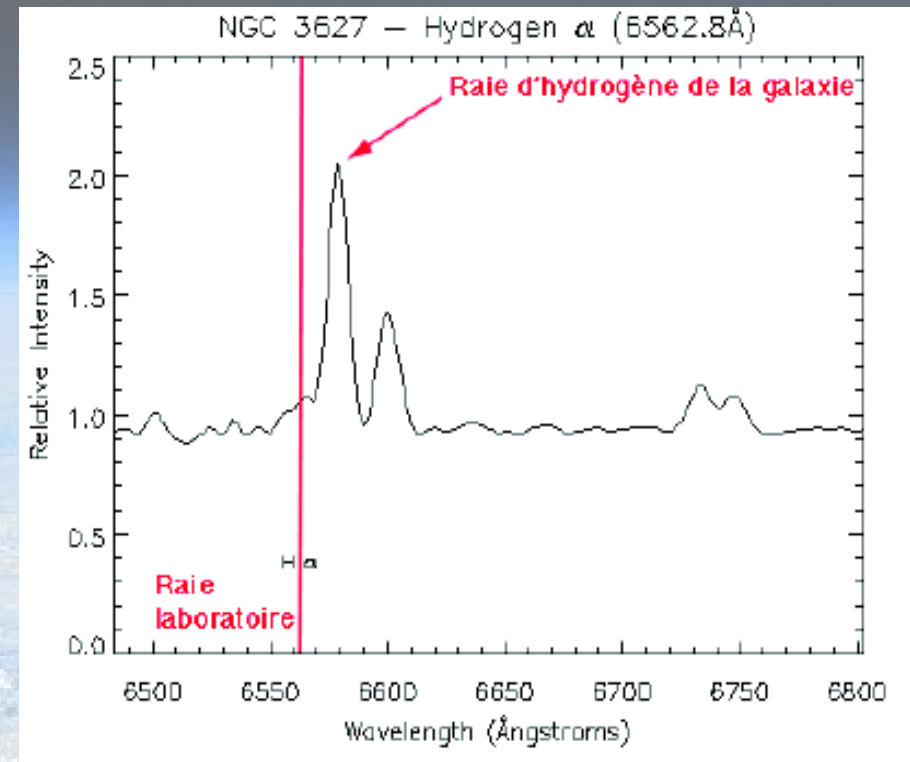
Principe de la mesure :

La lumière venant d'une galaxie a été principalement émise par de l'hydrogène (élément le plus présent).

À l'aide d'un spectromètre, il est donc possible de mesurer la longueur d'onde de cette raie d'hydrogène et de la comparer avec la longueur d'onde de celle émise sur terre.

La relation Doppler nous permet donc d'atteindre la vitesse d'éloignement de la galaxie :

$$\frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{v}{c}$$



Projet - GalaXess - Projekt

Avancement du projet : laboratoire embarqué « Hubble »

Les galaxies observables.

- M66 dans le Lion (fait partie du célèbre trio du Lion)
- M94 dans la constellation des Chiens de Chasse
- M102 dans le Dragon
- M104 dans le Corbeau (célèbre galaxie du Sombrero)

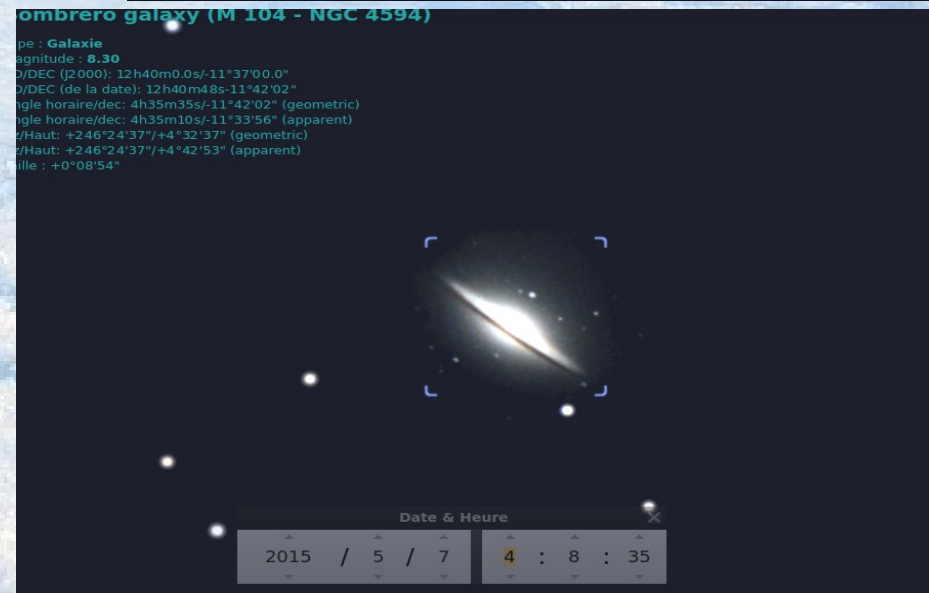
M66 (M 66 - NGC 3627)

Type : Galaxie
Magnitude : 9,00
RA/DEC (J2000): 11h20m12.0s/+12°59'00.0"
RA/DEC (de la date): 11h21m0s/+12°53'58"
Angle horaire/dec: 5h50m31s/+12°53'58" (geometric)
Angle horaire/dec: 5h50m18s/+12°57'28" (apparent)
Az/Haut: +2.76°49'15"/+11°13'29" (geometric)
Az/Haut: +2.76°49'15"/+11°18'12" (apparent)
Taille : +0°08'42"



Sombrero galaxy (M 104 - NGC 4594)

Type : Galaxie
Magnitude : 8,30
RA/DEC (J2000): 12h40m0.0s/-11°37'00.0"
RA/DEC (de la date): 12h40m48s-11°42'02"
Angle horaire/dec: 4h35m35s/-11°42'02" (geometric)
Angle horaire/dec: 4h35m10s/-11°33'56" (apparent)
Az/Haut: +2.46°24'37"/+4°32'37" (geometric)
Az/Haut: +2.46°24'37"/+4°42'53" (apparent)
Taille : +0°08'54"



Projet - GalaXess - Projekt

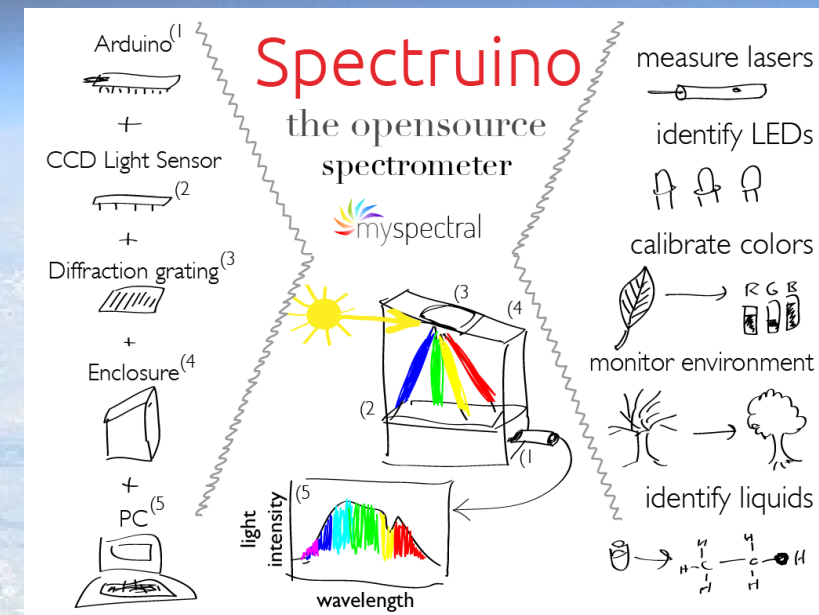
Avancement du projet : laboratoire embarqué « Hubble »

Pistes technologiques :

- spectruino problème de précision et de quantité de lumière, pas assez open source pour l'adapter
- fabrication « maison » à l'aide d'un prisme ou réseau et d'un capteur (barette CCD ou caméra)

Problème : comment viser une galaxie ?

- à l'aide de la position GPS et d'un asservissement de position
- mémoriser l'angle à l'aide d'un capteur de champs magnétique terrestre pour analyser les données géodatées avec les deux dispositifs.



Projet - GalaXess - Projekt

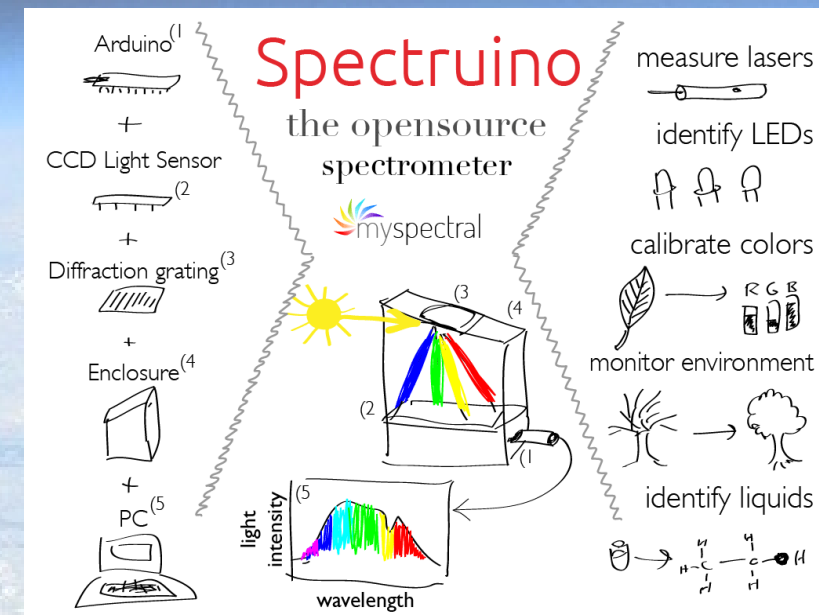
Avancement du projet : laboratoire embarqué « Hubble »

Pistes technologiques :

- spectruino problème de précision et de quantité de lumière, pas assez open source pour l'adapter
- fabrication « maison » à l'aide d'un prisme ou réseau et d'un capteur (barette CCD ou caméra)

Problème : comment viser une galaxie ?

- à l'aide de la position GPS et d'un asservissement de position
- mémoriser l'angle à l'aide d'un capteur de champs magnétique terrestre pour analyser les données géodatées avec les deux dispositifs.



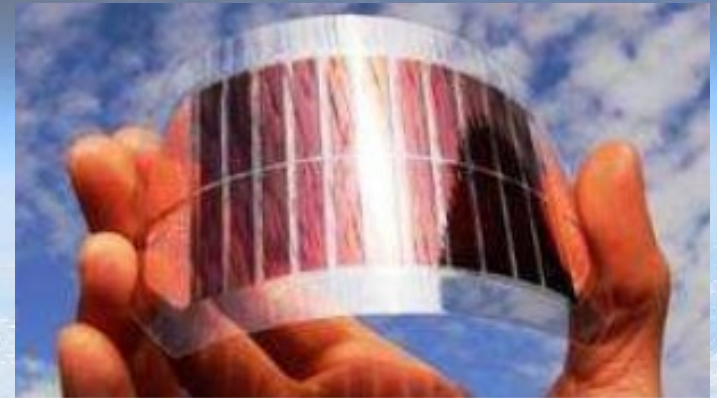
Projet - GalaXess - Projekt

Le laboratoire embarqué « Establis Project »

Les capteurs photovoltaïques à base de polymère sont sensibles :

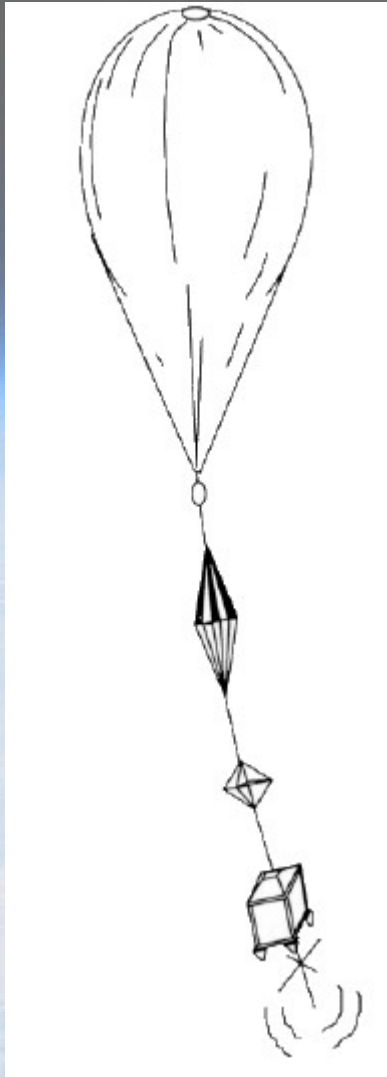
- À l'humidité,
- À l'oxydation,
- Aux rayonnements ultra-violets,
- Aux variations de températures.

Propositions d'embarquer un mini-laboratoire analysant en permanence le rendement des capteurs en fonction de l'environnement (altitude, température, humidité, rayonnements). Les données seront soit transmises en temps réel au centre de contrôle soit/et enregistrées sur une carte SD



Projet - GalaXess - Projekt

Avancement du projet : Ballon sonde



- Ballon sonde à pression contrôlée
- Délégation de maîtrise d'ouvrage au CNES
- Respect et adaptation du cahier des charges au besoin de l'expérimentation

Projet - GalaXess - Projekt

Avancement du projet : Aéronef

- Problématique : durée du séjour dans la stratosphère → dérive due aux jets streams
- Récupération des données des deux laboratoires, localisation et solidité en cas d'impact
- Choix du type d'aéronef : planeur, moto-planeur ? → étude de la finesse de l'aéronef pour parcourir la distance : rapport poids / volume utile
- Unidirectionnalité des communications KIWI, demandes d'autorisations de survol, de communications longues distances

Projet - GalaXess - Projekt

Avancement du projet : Arduplane

- Problématique : durée du séjour dans la stratosphère → dérive due aux jets streams
- Récupération des données des deux laboratoires, localisation et solidité en cas d'impact
- Étude de la finesse de l'aéronef pour parcourir la distance : rapport poids / volume utile
- Unidirectionnalité des communications KIWI, demandes d'autorisations de survol, de communications longues distances, étude d'un autre système de communication



Projet - GalaXess - Projekt

Feuille de route

Janvier 2014 → juin 2014 :

- Définition du cahier des charges,
- Étude de faisabilité
- Mise en place des partenariats

Septembre 2014 → avril 2015

- Développement des laboratoires embarqués par les équipes concernées
- Développement des systèmes de stockage des relevés expérimentaux
- Développement des systèmes de transmissions

Mai 2015 → juin 2015 :

- Test des communication en statique à proximité et à distance (sur site, en montagne)
- Test des communication en dynamique à basse et moyenne altitude (ULM, Avion de tourisme)
- Test des mesures et de leur enregistrement proximité en statique à proximité et à distance (sur site, en montagne)
- Test des mesures et de leur enregistrement en dynamique à basse et moyenne altitude (ULM, Avion de tourisme)

Juin ou juillet 2015

- Réalisation de l'expérience

Septembre 2015 → Décembre 2015

- Analyse des données