

**GIRAFFE**  
un spectrographe multi-fibres pour le VLT



## Le projet GIRAFFE à l'Observatoire de Paris

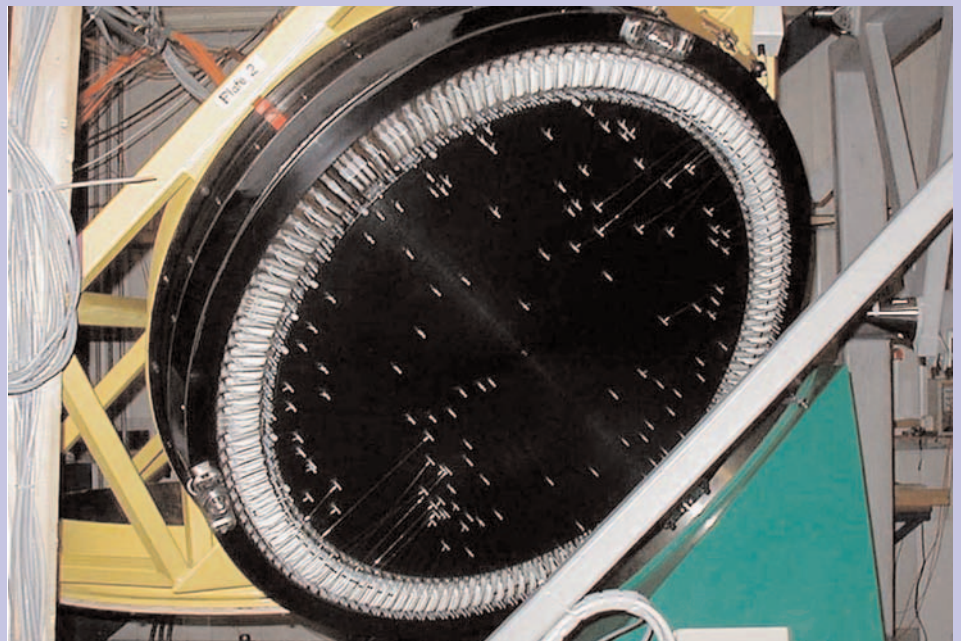
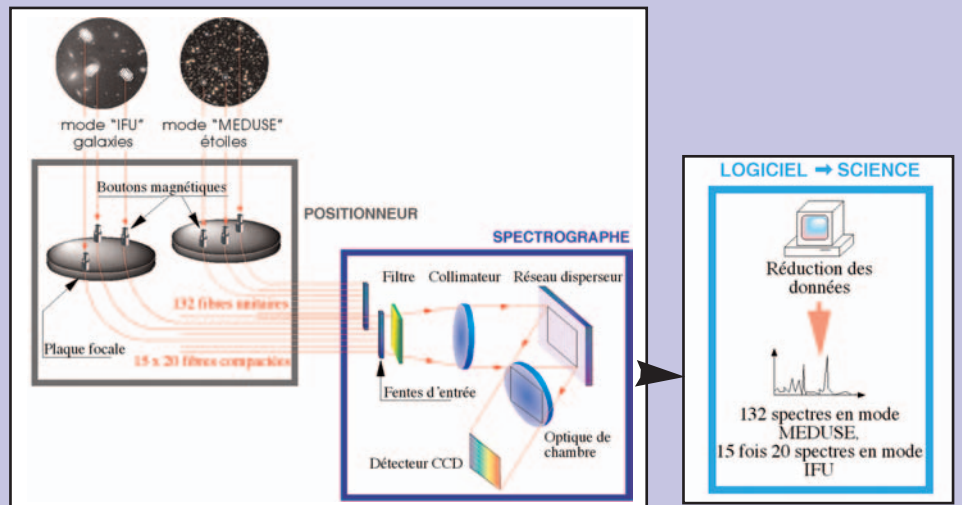
GIRAFFE est un spectrographe multi-fibres fonctionnant à des résolutions intermédiaires variant de  $R = 5\,000$  à  $R = 25\,000$ . Il est installé au second foyer Nasmyth de la deuxième unité, Kuyen, du Very Large Telescope de l'European Southern Observatory. Cet instrument permettra des observations spectrales de haute qualité d'une grande variété d'objets célestes, allant des étoiles de la Voie Lactée aux galaxies les plus lointaines. De telles études auront un impact important sur notre compréhension de la physique des étoiles et de l'évolution des galaxies, pièces maîtresses de la construction de l'Univers.

L'Observatoire de Paris est à l'origine du concept de spectrographe multi-objets et multi-modes utilisant des fibres optiques. Il est aussi l'un des principaux acteurs du développement du projet. Il a défini et réalisé : le jeu complet de fibres optiques (environ 1 500 fibres unitaires pour 4 modes d'observation), l'ensemble électromécanique du spectrographe, le simulateur informatique de l'instrument ainsi qu'une part importante du logiciel de réduction des données, celle des modes à intégrale de champ.

Partenaires du projet	European Southern Observatory (donneur d'ordre) Observatoire de Paris Anglo Australian Observatory Observatoire de Genève Observatoire de Padoue
Partenaire industriel principal	SEDI Fibres Optiques
Lancement du projet à l'Observatoire de Paris Manpower affecté par l'établissement Coût consolidé du projet Retombée scientifique sur l'Observatoire	15 juillet 1998 35 hommes.ans Environ 6 Millions d'Euros 35 nuits d'observation garanties
Principaux défis	Faisabilité des fibres (nombre et performances) Précision et stabilité de l'électromécanique Planning serré Normes de qualité

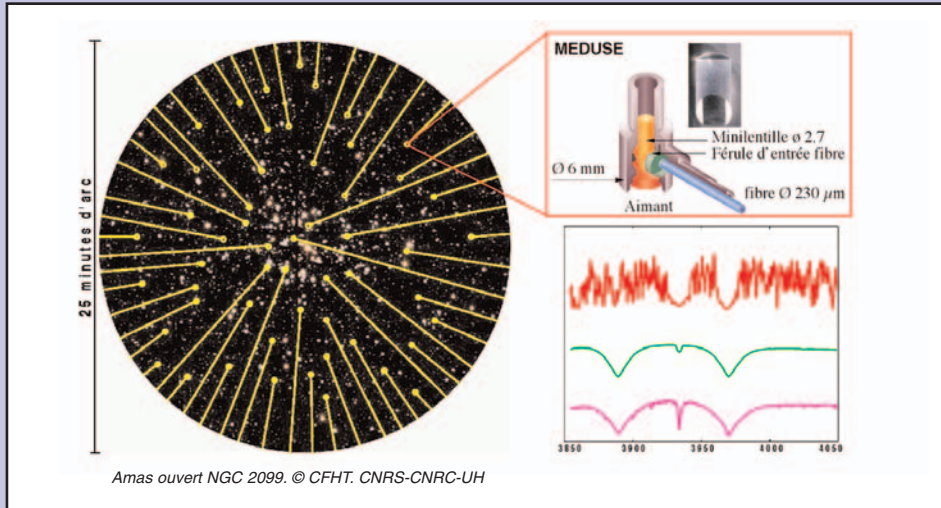
## Quatre modes d'observation au service de la science

Le principe de l'instrument consiste à positionner sur le ciel, dans un champ de vue de 25 minutes d'arc (à peu près à la taille de la lune), une série de fibres optiques dont chacune est destinée à collecter la lumière d'une portion du ciel. La lumière est alors canalisée par ces fibres vers le ou les spectrographes qui en réalisent les spectres. L'instrument comporte 4 modes d'observation. Deux de ces modes sont du type "multi-objets" simples : chaque fibre est destinée à recueillir la lumière d'une étoile. Les deux autres modes sont du type "spectrographie 3D" ou "Intégrale de Champ". Leur principe consiste à découper un objet étendu (une galaxie) en une série de pixels et à en réaliser autant de spectres. Sur Giraffe, ces pixels sont définis par des trames de microlentilles qui alimentent des torons de fibres.



Vue de la plaque focale d'OzPoz sur laquelle sont positionnés les boutons MEDUSE. Celle-ci rappelle l'image du ciel. © Observatoire de Paris

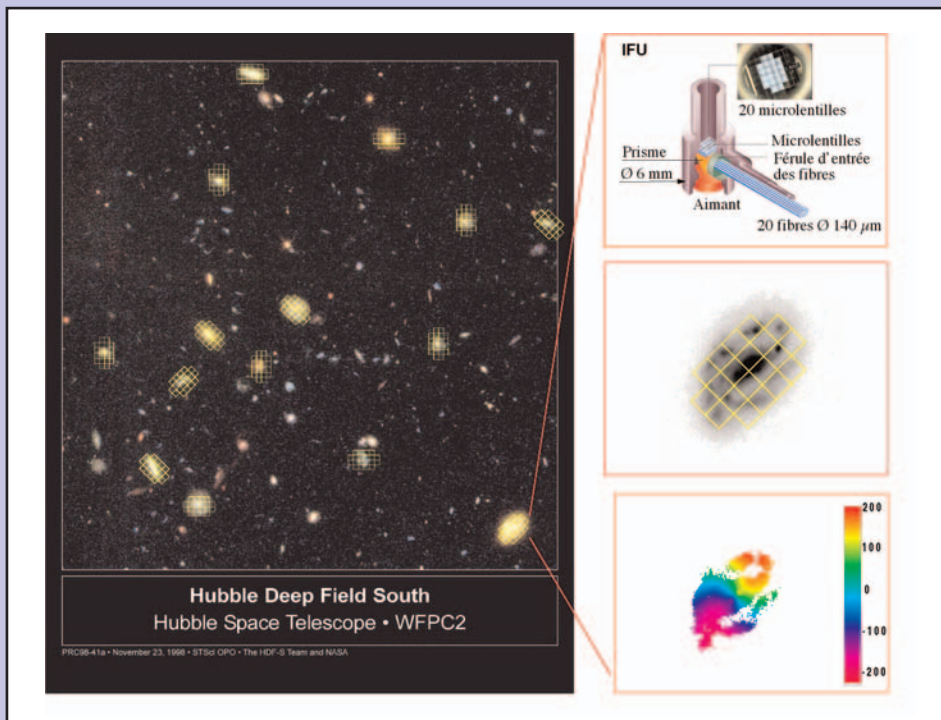
## Les modes multi-objets simples : MEDUSE-GIRAFFE et MEDUSE-UVES



Simulation d'une observation en mode MEDUSE-GIRAFFE d'un amas ouvert NGC 2099 de notre Galaxie et schéma d'un bouton pour ce mode. Avec son champ de 25 minutes d'arc et ses 132 fibres, GIRAFFE observera tous les types d'étoiles de l'amas depuis les géantes rouges jusqu'aux étoiles du coude de la séquence principale avec notamment des binaires spectroscopiques (illustrées par les 3 spectres présentés sur la figure).

Le mode MEDUSE-GIRAFFE compte 132 fibres, chacune d'entre elles fournissant le spectre d'une étoile. Grâce à sa fonction multiplex, à sa résolution spatiale et à sa sensibilité, GIRAFFE pourra observer des étoiles individuelles situées bien au-delà de l'environnement solaire, incluant les étoiles présentes dans le bulbe et le halo de la Voie Lactée jusqu'aux étoiles situées dans les galaxies naines du Groupe Local. Ce mode sera unique pour l'étude détaillée des propriétés de ces étoiles (âges, abondances, rotation, etc...) et pour comprendre la structure et l'évolution de notre Galaxie et de ses satellites. Le mode MEDUSE-UVES réalise une fonction analogue sur 8 étoiles seulement, mais à haute résolution spectrale :  $R = 40\,000$ . Il apporte en outre une originalité, liée à l'emploi de fibres optiques : celle de permettre le fonctionnement simultané de 2 spectrographes différents.

## Les modes "objets étendus" : IFU et ARGUS



Le mode IFU (Integral Field Units) consiste en un ensemble de 15 systèmes déployables comportant 20 fibres optiques chacun. Chaque IFU ressemble à l'œil d'un insecte et peut intercepter, grâce à une trame de microlentilles, une petite portion du ciel de  $3'' \times 2''$  d'arc. Le mode ARGUS est analogue au précédent à cette différence qu'il se compose d'un seul IFU de 300 fibres concentrées au centre du champ. Ces modes seront les plus adaptés à la résolution des champs de vitesse et des courbes de rotation de galaxies ayant émis leur lumière il y a 8 ou 9 milliards d'années. Dans son mode multi-intégrales de champ, GIRAFFE permettra l'observation simultanée de 15 objets et nous apportera ainsi un éclairage nouveau sur la formation des galaxies dans l'Univers jeune.

Simulation de l'observation du champ profond HDF-S avec le mode GIRAFFE multi-intégrales de champ déployables (IFUs). Sur le côté est présenté un agrandissement du bouton IFU, d'une galaxie distante observée et du champ de vitesse déduit des 20 spectres. Ce champ donne la vitesse de rotation des étoiles dans le disque de la galaxie.

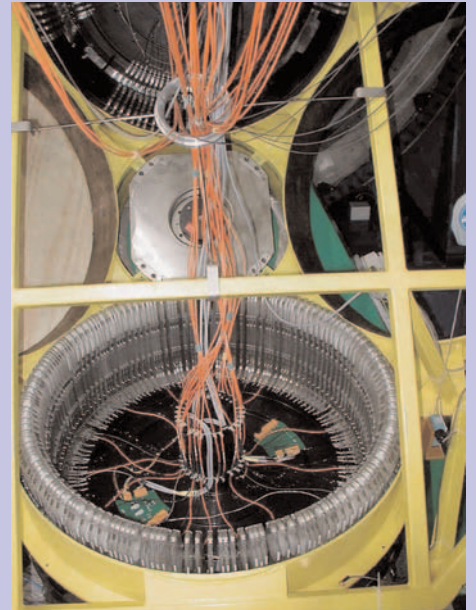


Champ profond de galaxies dans l'hémisphère sud, obtenu avec le télescope spatial Hubble (HDF-S). © HST. NASA

## Le système de fibres optiques

Le système de fibres optiques de GIRAFFE est unique par sa quantité (près de 1500 liens ce qui représente un total de près de 20 km de fibres, 500 boutons magnétiques, etc...), par sa diversité (4 modes instrumentaux, incluant des fibres spécifiques de calibration spectrale et de soustraction du ciel) et par le niveau de performances requis (transmission supérieure à 43 % sur tout le spectre, précision de positionnement relative des entrées et sorties des fibres inférieures à 5 microns).

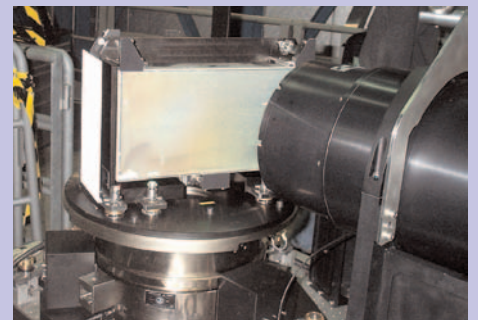
Cet ensemble de contraintes très diverses a impliqué, bien avant le lancement du projet, une importante activité de recherche et développement portant sur le choix des composants optiques, des colles et des matériaux, sur les méthodes d'usinage des férules mécaniques et sur les procédés de montage et de tests. L'expérience de GIRAFFE nous a aussi montré qu'une concertation étroite et constructive avec les industriels est incontournable. Elle constitue l'une des clés principales de la réussite du projet.



Vue d'un toron de fibres sortant du positionneur. © Observatoire de Paris.

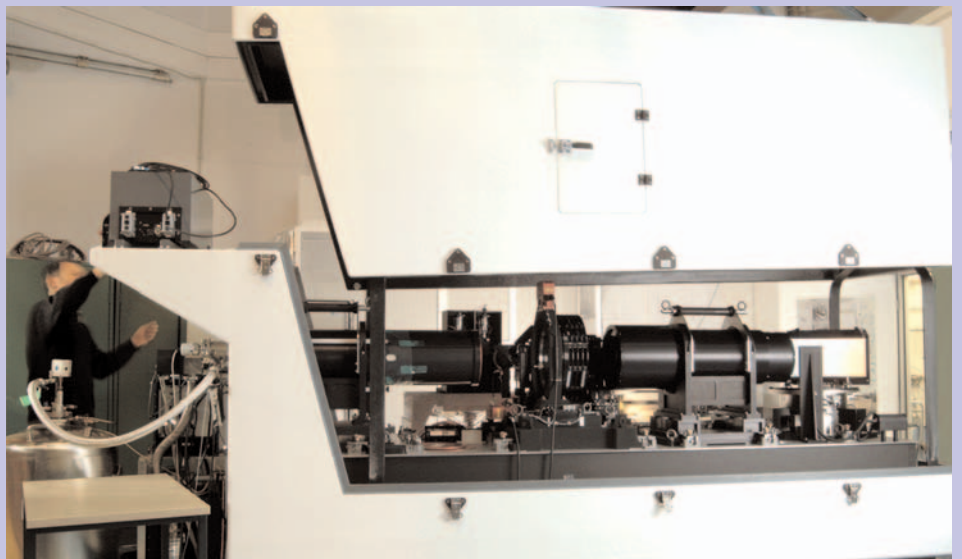
## Le spectrographe

GIRAFFE a un schéma optique très simple dans lequel tous les composants sont alignés. Le fait qu'il soit alimenté par des liens (souples) de fibres optiques et qu'il soit positionné sur une plateforme toujours horizontale libère l'architecture de l'instrument d'une grosse part de contraintes. Il a été ainsi possible d'axer toute la conception sur une stabilité thermo-mécanique maximale et d'obtenir des performances remarquables de précision des mécanismes. Ainsi, l'image sur le détecteur ne bouge pas de plus d'un dixième de micron au cours d'une pause.



La tourelle qui positionne les réseaux, organes les plus sensibles du spectrographe, le fait avec une précision proche du dix millième de degré en dépit des variations de température de l'environnement. Ici en cours de réglage sur la plateforme du télescope. © Observatoire de Paris

Une vue de GIRAFFE en cours de tests dans les locaux de l'ESO à Munich et juste avant son départ vers le Chili. Les dimensions de l'instrument sont de 4 m x 1,1 m x 2 m, sa masse 2 200 kg.  
© Observatoire de Paris. ESO



## Laboratoire Galaxies, Etoiles, Physique et Instrumentation

unité mixte de recherche du CNRS

Observatoire de Paris

site: <http://www/whip.obspm.fr/~gepi/>

5, place Janssen 92290 Meudon

Tél.: 01 45 07 XX XX

