

# BRASS

## La base de données atomiques fondamentaux et des spectres stellaires de Belgique

DUREE  
15/12/2014 – 15/03/2019

BUDGET  
526.362 €

### DESCRIPTION DU PROJET

#### Contexte

En astrophysique, les paramètres relatifs aux transitions atomiques sont des données d'une importance fondamentale. Ils jouent un rôle central dans le développement des modèles complexes qui décrivent, analysent et expliquent les étoiles, leurs structures internes, leurs atmosphères et leur évolution en relation à leur environnement direct. Les incertitudes, voir les erreurs incluses dans les paramètres atomiques fondamentaux se propagent systématiquement à travers tous les champs de l'astrophysique, de la formation des étoiles à l'évolution des galaxies.

#### Problème

Lorsqu'il en est d'applications astrophysiques, il est extrêmement difficile d'obtenir des paramètres atomiques précis à partir de mesures faites en laboratoire. Par conséquent, il n'existe qu'un nombre limité de bases de données qui offrent ce type d'informations. Ces bases de données sont souvent complémentaires plutôt que redondantes, et il arrive qu'elles fournissent des informations imprécises, ou incomplètes. Bien que d'une importance vitale, des analyses critiques de la qualité des paramètres atomiques fournis par ces bases de données restent rares, et majoritairement absentes, ce qui complique d'autant plus la validation des résultats qui ressortent de leur application.

#### Objectifs

Par ce projet, nous avons l'intention de réaliser un premier pas en direction d'une réduction des erreurs systématiques dans les données atomiques fondamentales essentielles aux analyses spectroscopiques quantitatives. Nous analyserons en détail la qualité des informations disponibles dans les plus grandes bases de données. Pour ce faire, nous comparerons des spectres stellaires observés de très grande précision à des spectres théoriques calculés avec les modèles les plus récents. Jusqu'ici, ce type d'étude n'a été réalisé que sur un nombre très restreint d'étoiles, souvent de types spectraux semblables et provenant de sources hétéroclites. Nous commencerons par assembler une large collection de spectres de référence à partir de spectres de très haute qualité déjà à notre disposition. Cette collection devrait être trois à dix fois plus importante que celles qui existent à l'heure actuelle, et devrait être la plus complète en termes de couverture des différents types d'étoiles, ainsi qu'en couverture en longueur d'onde. Tous nos spectres seront mis à disposition de la communauté scientifique au sens large.

#### Méthode

Nous développerons une nouvelle base de données publique reprenant les résultats des analyses critiques des paramètres atomiques fondamentaux, qui sera d'une importance vitale pour la recherche spectroscopique. Les paramètres atomiques qu'offrira la base de données BRASS auront été testés par comparaison de spectres observés avec des spectres théoriques. Nous analyserons en effet avec soin la qualité de données grâce à des spectres synthétiques produits par les codes de transfert radiatif les plus récents, que nous comparerons en détail aux spectres à haute résolution obtenus via les spectromètres Mercator-HERMES et ESO VLT-UVES. Ces spectres offrent un très haut rapport signal/bruit et couvrent une large palette de types spectraux, s'étendant des étoiles chaudes aux étoiles froides (types BAFGK). La nouvelle base de données permettra d'accéder aux valeurs validées des raies atomiques en absorption que nous aurons au préalable obtenu des bases de données existantes. Les données validées, ainsi que les spectres théoriques et observés seront accessibles de manière interactive via BRASS. Une telle combinaison de données constitue une approche novatrice dans ce domaine, et devrait fournir une référence universelle pour les recherches spectroscopiques de pointe.



# BRASS

## Impact scientifique et sociétal

L'impact de ce projet sera multiple. Les spectres observés initiaux et les spectres de référence produits, ainsi que les paramètres atomiques entièrement validés seront publiés et offerts à la communauté. Ensemble, ils seront uniques par leur nombre, leur qualité et leur couverture des différents types stellaires, et devraient par conséquent bénéficier à une large gamme de sujets de recherche en astrophysique, en plus de fournir un inestimable retour d'information à la physique atomique elle-même. La publication de paramètres atomiques fondamentaux fiables et validés est en effet attendue depuis longtemps, et se répercutera à travers tous les domaines de l'astrophysique. De plus, BRASS sera important pour plusieurs programmes d'observations spectroscopiques de très grande envergure actuellement en cours, comme la mission spatiale ESA-Gaia (pierre angulaire du programme spatial scientifique européen) ou ESO-GES, sa contrepartie réalisée à partir du sol (les deux comprenant une implication importante de la communauté scientifique belge). Le catalogue de spectres de référence précis produits par BRASS combinera une large couverture en longueur d'onde avec un échantillonnage très dense du diagramme de Hertzsprung-Russell. Cela permettra entre autres d'améliorer la précision des analyses de vitesses radiales et contribuera également à améliorer les résultats des méthodes de classification automatique des spectres stellaires. Ces deux aspects sont importants pour les analyses des résultats de Gaia.

## Interdisciplinarité

Le projet BRASS combine le savoir-faire scientifique de plusieurs groupes de recherche en spectroscopie stellaire, tant au plan national qu'international. Il regroupe les expertises complémentaires requises pour s'attaquer aux divers aspects du projet : astrophysique observationnelle et théorique, physique atomique, développement informatique. L'accomplissement des buts que nous nous sommes fixés requerra l'utilisation d'un très large échantillon de spectres stellaires, que nous avons collectés via des infrastructures d'observations astronomiques belges et européennes, et ce au cours des cinq dernières années (ainsi qu'au cours des années à venir). Ces données sont exceptionnelles à plus d'un titre, et seront entièrement offertes à la communauté.

## Produits

Dans un premier temps, le but de ce projet est de produire un catalogue uniforme de spectres stellaires de très haute qualité, et de combiner intelligemment les meilleurs de ces spectres pour en dériver un ensemble de spectres de référence couvrant une large gamme de types spectraux. Nous attaquerons ensuite le but premier du projet qui sera de comparer les spectres observés à des spectres théoriques produits avec les meilleurs modèles disponibles à ce jour afin de contrôler les paramètres atomiques fondamentaux. Nos mesures permettront d'évaluer et de publier une analyse critique des valeurs disponibles auprès des diverses bases de données atomiques existantes. La base de données BRASS devrait à terme satisfaire un large panel d'utilisateurs issus du monde académique, industriel, scientifique ou pédagogique. La réalisation d'une thèse de doctorat est également prévue dans le cadre de ce projet.

## COORDONNEES

### Coordinateur

#### Alex LOBEL

Observatoire royal de Belgique (ORB)  
Dép. Astronomie et Astrophysique  
[Alex.Lobel@oma.be](mailto:Alex.Lobel@oma.be)

### Partenaires

#### Pierre ROYER

Katholieke Universiteit Leuven (KUL)  
Instituut voor Sterrenkunde  
[pierre.royer@ster.kuleuven.be](mailto:pierre.royer@ster.kuleuven.be)

### Partenaires internationaux

#### Christophe MARTAYAN

European Southern Observatory  
Science Operations  
[cmartaya@eso.org](mailto:cmartaya@eso.org)

## LIENS

<http://alobel.freeshell.org/brass.html>