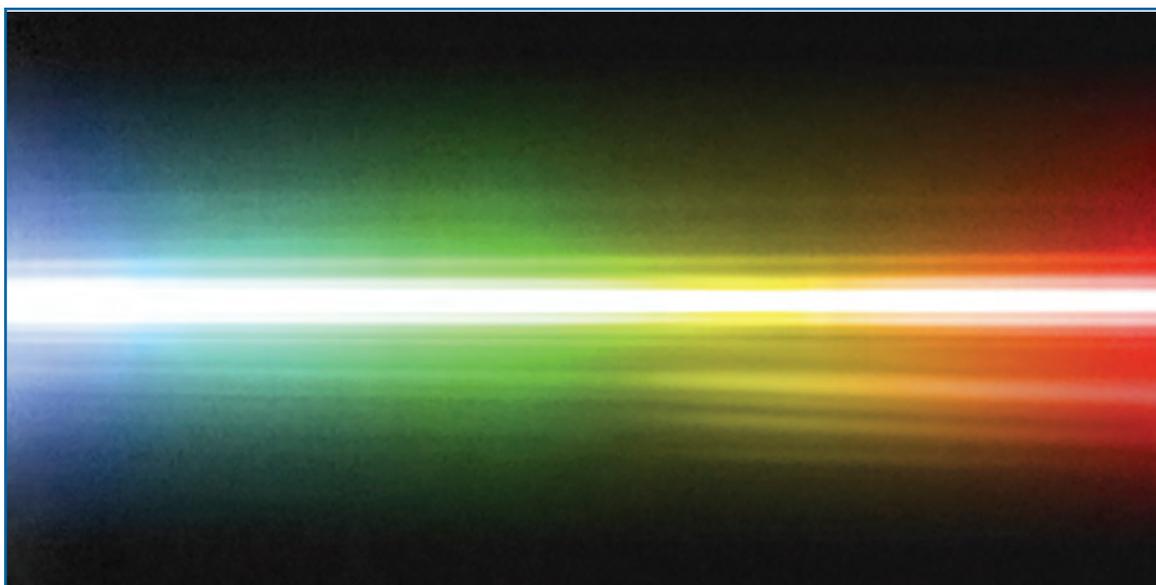




Enquête sur les sciences participatives en astronomie  
avec le soutien du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche

# Astronomie collaborative

**Inventaire et analyse des programmes  
professionnels-amateurs en astronomie observationnelle  
identifiés en France**



*Production : © Association Française d'Astronomie – 2013 dir. E. Piednoël  
Mise en page Emmanuel Delort et Florence Lefèvre  
Version 1.0 du 5 août 2013*

# PRÉFACE

*Cette étude est le fruit d'un travail collaboratif mené par  
Joël Le Bras, Patrick Bury, Karen Jamois, Olivier Las Vergnas, Patrick Pelletier et Eric Piednoël*

*Le présent rapport analyse les résultats d'une enquête menée par l'AFA en France en 2012 sur les différents programmes de recherche en astronomie observationnelle associant amateurs et professionnels. Un questionnaire a été soumis à une quarantaine de porteurs de projets identifiés dont 23 ont accepté de répondre. Bien que le nombre de programmes actifs semble être en augmentation régulière, ces dernières années, il apparaît aux auteurs que tant les effectifs touchés de participants que le nombre de projets de recherches concertés pourraient être plus importants. Internet et la miniaturisation de l'électronique révolutionnent les pratiques et ouvrent des champs d'investigations scientifiques aux profanes. Les limitations actuelles à l'augmentation du nombre de projets tiennent à trois aspects : un manque d'information, les contraintes liées à la gouvernance des projets et enfin les motivations. Il ne faut cependant pas oublier l'aspect financier de ces opérations qui en limite la diffusion.*

Cette étude a été réalisée par l'Association Française d'Astronomie avec le soutien du Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Elle fait suite au séminaire « Sciences participatives en astronomie » réalisé par l'AFA au Laboratoire de physique nucléaire et des hautes énergies, en septembre 2011, dans le cadre du festival des deux infinis.

Nous remercions ici tous ceux, amateurs, bénévoles ou astronomes professionnels qui ont bien voulu prendre de leur temps pour répondre à notre questionnaire et ensuite aux questions complémentaires.

# INTRODUCTION

## Pourquoi une étude sur l'astronomie participative aujourd'hui ?

### L'essor des sciences participatives

Ces dernières années, de nombreuses initiatives ont mis en avant les « sciences participatives ». Principalement utilisée dans le champ des sciences dites « naturelles », cette désignation de « sciences participatives » se rencontre plus spécifiquement dans le champ de l'étude de la biodiversité : l'Institut de formation et de recherche en éducation à l'environnement (Ifrée)<sup>1</sup> et le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) ont récemment publié respectivement un livret de présentation (Bauer et Thubé, 2011) et un rapport officiel (Bœuf, Allain et Bouvier, 2012) sur ce sujet. Un état des lieux des pratiques dans le domaine de l'observation concertée par des professionnels et des amateurs du Système solaire est en cours de publication coordonnée par une équipe d'astrophysiciens de l'observatoire de Besançon (Mousis and al., 2013).

Ces sciences participatives s'inscrivent aujourd'hui dans le courant plus vaste des « sciences citoyennes » (Storup, Millot et Neubauer, 2013). Comme leur nom le suggère, ces activités se réfèrent à l'idée de veiller au lien entre les activités professionnelles de recherche scientifique et les citoyens (par exemple lors de consultations publiques ou dans des ateliers délibératifs ou des conférences de consensus) dont elles constituent une forme spécifique : celle dans laquelle des non spécialistes dépassent la simple expression de leurs opinions et participent à la production des connaissances et des savoirs reconnus académiquement, souvent par tout ou partie de la collecte de données, voire, plus rarement en s'associant à leur interprétation ou exceptionnellement à leur conception ou leur communication.

<sup>1</sup> Sciences participatives et biodiversité – livret de l'Ifrée n°2 [http://ifree.asso.fr/UserFiles/Livret\\_Ifree\\_n2\\_Sc-participatives\\_Coul.pdf](http://ifree.asso.fr/UserFiles/Livret_Ifree_n2_Sc-participatives_Coul.pdf)

<sup>2</sup> Rapport remis à la Ministre de l'Ecologie, Janvier 2012 L'apport des sciences participatives dans la connaissance de la biodiversité Gilles Boeuf, Yves-Marie Allain et Michel Bouvier [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport\\_Sciences\\_participatives\\_2012.pdf...](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_Sciences_participatives_2012.pdf...)

Ce champ de coproductions de savoirs et connaissances scientifiques est très diversifié. D'une part on trouve des projets dans lesquels le rôle des non spécialistes est très réduit, comme ceux de « calcul partagé », tel que Seti@Home où l'on est juste appelé à prêter en ligne du temps de calcul de son ordinateur personnel, sans autre participation au contenu d'une recherche. D'autre part, à l'autre extrémité du spectre d'implication, du côté des projets les plus communautaires, on trouve des recherches initiées et pilotées par des victimes de pollution ou de nuisances et désignées sous l'intitulé de « épidémiologie populaire ».

L'intérêt pour ces coproductions scientifiques partagées est aujourd'hui tel que des dispositifs de promotion se mettent de plus en plus en place pour en renforcer le développement et la diversification. Du côté de la promotion vers les volontaires potentiels, c'est le cas des portails internet comme <https://www.zooniverse.org> de la Citizen Science Alliance ou BOINC <http://boinc.berkeley.edu/> de l'université de Berkeley lui spécialisé sur les projets de calcul distribué ; du côté des porteurs de projets de recherche, ce sont des appels à projet comme les PICRI imaginés en particulier par la Fondation Sciences Citoyennes et initiés par la Région Ile-de-France.

## De l'astronome amateur à l'astronomie participative

Dans le champ de l'astronomie, comme dans la plupart des autres domaines des sciences dites « naturelles », ces pratiques sont loin d'être nouvelles : les « amateurs » ont toujours joué des rôles variés, allant de simples aides pour l'observation de phénomènes répétitifs ou pour des surveillances systématiques en prévision de comètes ou de novæ jusqu'à celui d'érudits bénévoles, voire de mécènes dialoguant d'égal à égal avec les astronomes rémunérés.

Ce paysage de la participation non professionnelle à l'astronomie est bien sûr mouvant, en particulier sous l'effet de facteurs technologiques, socio-culturels et environnementaux.

Du premier point de vue, les évolutions de l'instrumentation, des progrès de l'imagerie numérique et de l'interconnexion des données mettent la métrologie à la portée de tous, mais aussi robotisent et donc déshumanisent certains programmes de surveillance, réduisant l'importance du concours d'amateurs : il y a à la fois beaucoup plus d'amateurs outillés pour découvrir des comètes ou des supernovæ, mais aussi plus de programmes automatiques en concurrence avec eux. Du point de vue socioculturel, les compétences et expertises technologiques qui se sont à la fois démultipliées et spécialisées ne sont plus l'apanage des équipes officielles de recherche, d'autant que celles-ci sont souvent dépeuplées par une pénurie de postes interdisant de disposer de toute la palette des compétences pourtant indispensables.

Comme de plus les expertises en instrumentation ou en algorithmique se découpent de moins en moins en respectant les anciennes disciplines universitaires et de plus en plus par famille de problèmes à résoudre, eux transdisciplinaires (détection de phénomènes transitoires, de variations de faibles lumières, transformée de Fourier rapide, reconnaissance de forme, amortissement d'asservissement).

Il est frappant de constater que les plus experts dans des technologies clés pour l'astronomie ne sont en fait plus professionnellement intégrés aux équipes de recherche astronomiques professionnelles mais s'y agglomèrent à leurs heures perdues en tant que bénévoles. Il y a ensuite la montée en puissance du logiciel libre qui fait que de nombreux professionnels ont partagé leurs algorithmes et leurs logiciels en les mettant à la portée de toute personne qui le désire. Enfin, du point de vue environnemental, la question de la protection du ciel nocturne contre les nuisances lumineuses fournit malheureusement une piste d'expérimentation collaborative.

## **Favoriser l'ouverture de l'astronomie participative au plus large public**

Les réactions au développement des sciences participatives sont elles aussi contrastées : bien sûr tout le monde plébiscite le rôle de sensibilisation, de stimulation de la curiosité et de l'intérêt pour la démarche et les questions scientifiques, mais en parallèle certains s'inquiètent d'y voir une façon de réduire les budgets et les postes pour les équipes de recherche officielle, en s'appuyant sur une forme d'appel au peuple sous un registre presque caritatif.

En tout cas, ce qui est jugé très positivement par tous les acteurs parmi les différentes formes de sciences participatives, ce sont celles qui sont réellement formatives, qui ouvrent de nouvelles façon de travailler avec les personnes concernées, de réfléchir de manière plus ouverte et pas seulement de suppléer à un manque de main d'œuvre. A ce titre, le fait que les amateurs soient associés non seulement à la simple collecte de données mais bien à l'interprétation et aux publications voire à la conception des expériences est un élément crucial.

En biodiversité, pas de problème pour identifier des projets participatifs qu'il faut développer, car un des éléments clés des recherches menées réside dans le fait qu'il y a des variations importantes d'un lieu à l'autre.

Ainsi, le cœur des sciences participatives en biodiversité est la diversité des biotopes locaux, la prise en compte des spécificités, Il en va de même en sciences humaines et sociales en retrouvant une filiation avec les projets de l'épidémiologie populaire, des recherches communautaires et plus particulièrement des recherches sur les maladies

chroniques, ou orphelines. La plupart des personnes ou des communautés ont des problèmes de santé ou de cadre de vie à résoudre ou sont attachées à des valeurs ou à des centres d'intérêt...

Chacun peut ainsi légitimement être intéressé à s'associer à des recherches qui visent à mieux les prendre en compte, les écouter ou les comprendre.

## **Une étude de l'état de l'art pour mieux préparer l'avenir**

De plus en plus de travaux collaboratifs liés aux traitements et à l'interprétation de données astronomiques sont accessibles aux passionnés d'astronomie, comme ceux de calcul distribué dans la filiation de Seti@home et regroupés via le portail BOINC ou ceux de traitement d'images préexistantes, dans la filiation de GalaxyZoo, eux accessibles depuis le portail Zooniverse.org.

En ce qui concerne l'astronomie, spécifiquement observationnelle, le développement des participations ou des coproductions ne peut pas fonctionner exactement selon les mêmes schémas que pour l'étude de la biodiversité ou des sciences humaines et sociales. On ne peut pas s'appuyer sur des variations locales des biotopes ou des phénomènes, sauf pour des expérimentations très particulières de parallaxes des astres (occultations d'astéroïdes ou parallaxe lunaire, éclipses...) ou de météorologie au sens large (pollution lumineuse, trajectographie ou étude des météorites...) voire de suivi permanent (qui oblige de jouer sur la continuité jour/nuit en se déplaçant sur Terre pour le point d'observation) ; en effet, pour le reste, le ciel astronomique est le même partout...

Malgré cela, existent des communautés d'intérêts, de curiosité ou d'expertises technologiques liées à des instrumentations (spectroscopie, CCD, traitement d'image...) dans lesquelles des observateurs amateurs travaillent ensemble à contribuer à produire des connaissances innovantes. Cette étude cofinancée par le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, s'intéresse à mieux connaître leurs pratiques en prenant comme point de départ la communauté francophone.

Son intérêt est de décrire ce paysage actuel de l'observation participative en astronomie afin de préciser comment construire des outils pertinents et communs à toutes les parties prenantes (chercheurs, passionnés, curieux et formateurs) pour aller plus loin en matière de coproduction de savoirs et de connaissances.

*Olivier Las Vergnas,*

Président de l'Association Française d'Astronomie

## Motivations de la présente étude

Lors de manifestations organisées par l'AFA ainsi que lors des activités conduites avec les réseaux d'astronomie un sentiment diffus de montée en puissance des programmes d'astronomie participative (souvent désignés sous le nom de Pro/Am) nous est apparu dans la première décennie du XXI<sup>e</sup> siècle. En septembre 2011, l'AFA organise un premier séminaire consacré à ces pratiques et à la comparaison avec les programmes participatifs initiés en particulier dans le domaine de la biodiversité.

Les conclusions de ce séminaire et les rencontres avec différents acteurs de ces activités (environ dix programmes collaboratifs présentés aux 8<sup>e</sup> Rencontres du ciel et de l'espace) nous ont conduits à réaliser une enquête et un inventaire de ces pratiques, doublés de leur analyse.

## Liminaire

Cette étude a été réalisée sur la base d'un questionnaire établi par l'Association Française d'Astronomie, et transmis à toutes les personnes identifiées : 29 amateurs et 15 professionnels portant environ sur une quarantaine de programmes ou projets coopératifs ou y participant (voir les fiches de synthèse par programme).

Le recensement de ces personnes a été fait en premier lieu sur la base de la connaissance des réseaux associatifs propres à l'Association Française d'Astronomie (AFA) et confirmé à l'aide du fichier des participants aux Journées Pro-Am de La Rochelle (organisées par le CNRS et l'association AUDE, cf pour 2009 l'annonce à <http://www.astrosurf.com/buil/rochelle2009/annonce.htm> et pour 2006, les actes à <http://www.astrosurf.com/thizy/rochelle2006/rochelle2006.htm>), aux participants aux forums des Rencontres du Ciel et de l'Espace (cf pour 2012, les minutes de forums techniques à <http://www.afanet.fr/RCE/minutes2012.aspx>), complété par la suite par des contacts entre pairs.

En 2012, quarante programmes d'astronomie associant pour les mêmes objectifs de recherche des astronomes professionnels et des amateurs peuvent être identifiés en France. Cette identification concerne - a minima - le titre ou l'objectif de recherche du programme et le nom d'une personne au moins y participant.

La première partie traitera de la nature des projets mis en place ainsi que du type d'études conduites. La deuxième partie portera sur l'analyse du taux de réponses ainsi que sur les aspects sociologiques (évolution dans le temps, nombre de programmes, nombre de projets, caractéristiques des professionnels concernés,...) des programmes. La troisième partie traitera des aspects technologiques et scientifiques des opérations. Nous étudierons enfin les aspects propres à l'observation astronomique de nuit (nombre de nuits nécessaires...), le caractère récurrent ou non des projets ainsi que les aspects liés à la publication des résultats.

Nous concluons par une réflexion sur les différentes pistes qui permettraient d'étendre le périmètre de ces collaborations tant en nombre d'opérations différentes que d'amateurs ou de professionnels touchés.

Nous avons volontairement choisi de ne pas traiter dans cette première étude les projets de type prêt de temps de calcul ou analyse d'image sur ordinateur (Galaxy Zoo) qui sont d'une tout autre nature ainsi que d'une échelle complètement différente qui aurait noyé les résultats présentés. Les programmes ayant existé mais n'étant plus actifs en 2012 ont été aussi exclus de cette analyse en raison de l'impossibilité d'obtenir des données homogènes et donc statistiquement significatives.

### **Cadre quantitatif**

Nous avons envoyé 44 questionnaires, 23 nous ont été retournés remplis ou l'ont été lors d'une interview physique ou téléphonique soit un taux de retour proche de 53%. Nous n'avons pas inclus dans l'analyse les programmes participatifs pour lesquels nous n'avons pas eu de réponses des personnes sollicitées alors qu'il est avéré qu'elles participent à des activités pro/am, afin de ne baser cette étude que sur les réponses fournies par les acteurs principaux des projets.

### **Les données de l'étude.**

L'analyse qui suit présente d'abord le « paysage » des programmes coopératifs dans ses dimensions sociologiques et quantitatives :

- Evolution dans le temps du nombre des programmes
- Nombre de participants
- Nombre de séances d'observation consacrées.
- Compétences nécessaires aux amateurs
- Nombre de participants.

Ensuite l'analyse traite de l'ensemble des programmes ayant répondu selon les angles suivants :

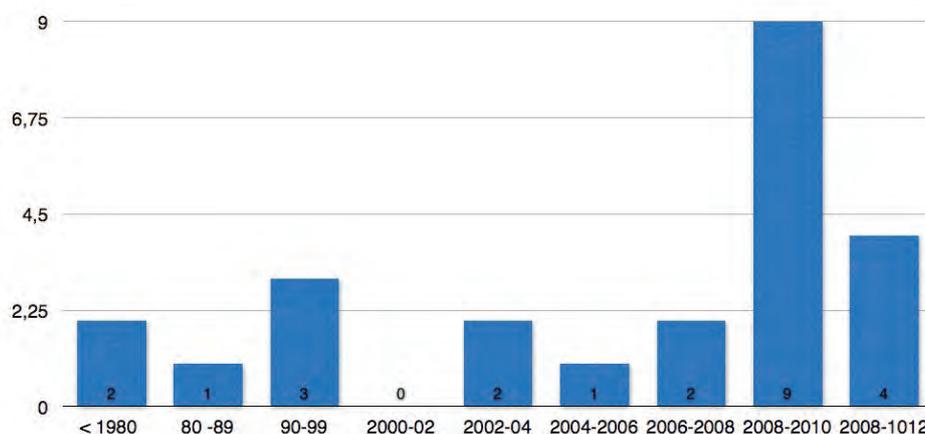
- Technologique
- Instrumentations de capture
- Instrumentation de traitement
- Gouvernance
- Initiative des programmes
- Pilotage des programmes
- Caractéristiques astrophysiques
- Caractères permanents, récurrents ou transitoires des programmes
- Publications relatives aux programmes
- Possibilités de démultiplication (à d'autres observateurs amateurs).

## Nature des projets

Dans leurs contenus, ces programmes couvrent un grand nombre de champs différents de l'astrophysique, tous situés dans la Galaxie ; ils traitent de la surface de la Lune, des astéroïdes internes et externes, des surfaces planétaires, des étoiles sous différents angles et des nébuleuses planétaires. **En 2012, les capacités observationnelles d'un amateur moyennement équipé ont rejoint celles d'un professionnel des années 1980, en particulier grâce aux technologies numériques (caméras CCD, webcam, spectroscopes, logiciels d'imagerie, ...).** De nouveaux phénomènes naguère hors de portée des amateurs sont entrés dans leur champ d'investigation, à cela s'ajoute le fait que ces mêmes techniques numériques utilisées dans les observatoires ont accru le nombre d'observables dans les mêmes proportions ce qui rend cette masse impossible à traiter par le corps des professionnels. La contribution des amateurs, tant pour la saisie que pour le traitement, est devenue presque indispensable à la communauté des chercheurs.

### Dans la durée : un bref historique.

Le plus ancien de ces programmes encore en activité est celui consacré à l'observation continue d'étoiles variables, initié par un instituteur en 1920. La plupart ont cependant moins de douze ans d'existence. On assiste donc à une montée exponentielle commencée au tournant du XXI<sup>e</sup> siècle.



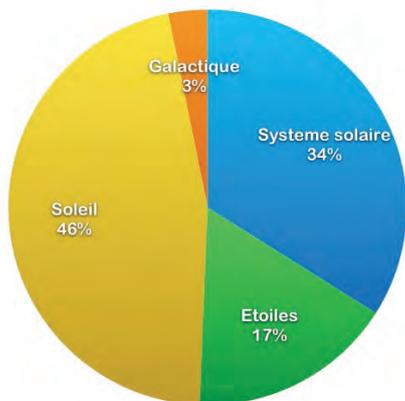
*Année d'apparition des programmes actuellement actifs*

Jusqu'en 1970 les plus importants étaient les programmes d'observation des étoiles variables et d'étoiles doubles ainsi que ceux d'astronomie du Système solaire (Mousis, Rueso & Beaulieu, 2013). En 1975 est apparu le programme IOTA de mesure d'occultations d'étoiles et en 1988 l'IMO (International Meteor Observation) consacré à l'observation des météores. En 1995 ce sont les Observateurs Associés pour le suivi du Soleil et en 1999 le dispositif d'observation des flashes lunaires. Entre temps, des

programmes d'observation ou des campagnes d'observation ponctuelles ou plus pérennes ont été mises en place (par exemple par l'Association T60, ANSTJ devenue Planète Sciences, la Société Astronomique de France, le club éclipse, les programmes Phému et Ramu pour l'observation des phénomènes des satellites de Jupiter, pilotés par le Bureau des longitudes - actuel IMCCE... (cf Las Vergnas, Gautier & Piednoel, 2011 ; Dunlop & Gerbaldi, 1987 ; Valls-Gabaud, 2009). A l'heure actuelle un peu plus de 600 de personnes (amateurs) collaborent en France à un projet de recherche observationnelle. Ce bref historique ne se veut pas exhaustif car l'objet de l'étude ne concerne que les programmes actuellement actifs ayant répondu à l'enquête.

## Liste des programmes actifs par ordre d'apparition

| Années de création | Titre  |               |
|--------------------|--|---------------|
| 1920               | Observation des étoiles variables                                    |               |
| 1975               | Mesure d'astéroïdes par occultation stellaire                        |               |
| 1988               | Observation et comptage des météores                                 |               |
| 1995               | Observations de la couronne solaire                                  |               |
| 1999               | Détection des flashes lunaires                                       |               |
| 2000               | Surveillance et recherche de comètes                                 |               |
| 2003               | Spectroscopie des étoiles BE   |               |
| 2004               | Etoiles doubles visuelles et spectroscopiques                        |               |
| 2005               | Etude et observation du Soleil (Solardatabase)                       |               |
| 2007               | Etude des étoiles binaires à éclipses                                |               |
| 2008               | Caractérisation de la dynamique de l'activité solaire                |               |
| 2009               | Recherche de nébuleuses planétaires                                  |               |
| 2009               | Observation du passage d'astéroïdes trans-Neptuniens                 |               |
| 2009               | Planètes extrasolaires   |               |
| 2009               | Etude des étoiles RR Lyrae   |               |
| 2010               | Photométrie des transits d'exoplanètes                               |               |
| 2010               | Interférométrie des tavelures sur les étoiles doubles serrées        |               |
| 2010               | Réseau d'observation des météores par système vidéo                  |               |
| 2010               | Observation d'exoplanètes par la méthode des transits                |               |
| 2010               | Météores : détection et détermination de leur trajectoire de rentrée |               |
| 2011               | Découverte de nébuleuses planétaires                                 | Galactique    |
| 2011               | Mesure de l'unité astronomique                                       | Syst. Solaire |
| 2011               | Impacts d'astéroïdes sur Jupiter                                     | Stellaire     |
| 2012               | Courbes de lumière des astéroïdes                                    | Solaire       |

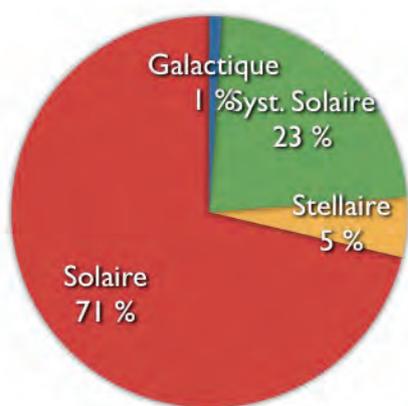


Les thématiques abordées sont assez majoritairement consacrées aux objets du Système solaire (environ 2/3), aux étoiles pour un tiers. A noter que les domaines extragalactiques et cosmologiques ne sont pas couverts.

### Le nombre de participants concernés par les programmes coopératifs

En 2012, les 24 programmes étudiés rassemblent environ 700 personnes, qui totalisent environ 18 000 séances d'observation (nuit ou jour). Derrière ces totaux se cache une grande disparité puisque certains programmes ne regroupent que trois à cinq personnes et d'autres jusqu'à deux cents.

Chaque programme est suivi ou piloté par un ou deux professionnel(s) mais certains sont sous l'entière responsabilité des amateurs.



Il apparaît que la majeure partie des moyens humains sont concentrés sur l'étude du Soleil et du Système solaire. Il est à noter que l'opération de suivi continu de l'activité solaire (Observateurs Associés) augmente de manière significative la part liée à l'étude du Soleil.

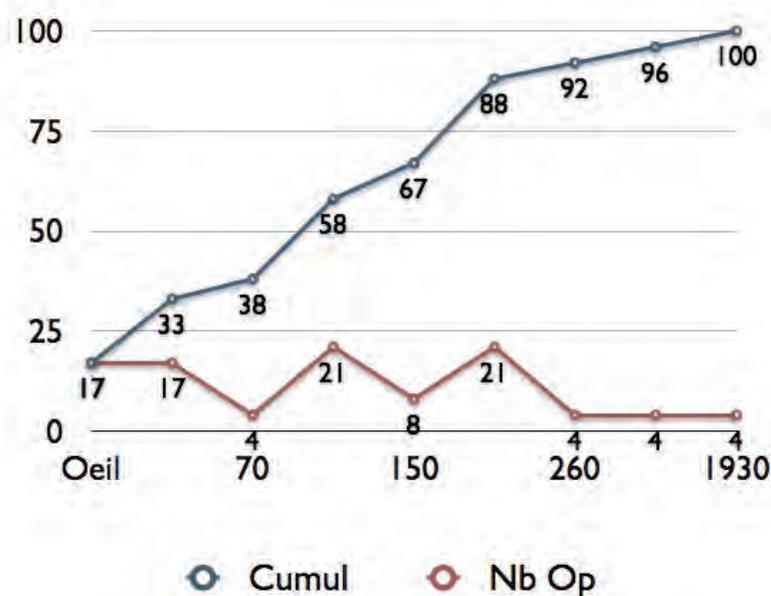
| Titre  | Participants | Nuits x<br>Participants |
|--|--------------|-------------------------|
| Découverte de nébuleuses planétaires   | 80           | 160                     |
| Observation du passage des astéroïdes trans-Neptuniens                             | 10           | 60                      |
| Photométrie des transits d'exoplanètes   | 200          | 200                     |
| Recherche de nébuleuses planétaires  | 50           | 80                      |
| Interférométrie des tavelures sur les étoiles doubles serrées                      | 25           | 100                     |
| Caractérisation de la dynamique de l'activité solaire                              | 5            | 150                     |
| Etude et observation du Soleil (Solardatabase)                                     | 95           | 17860                   |
| Observations de la couronne solaire  | 365          | 28470                   |
| Mesure d'astéroïdes par occultation stellaire                                      | 6            | 270                     |
| Etoiles doubles visuelles et spectroscopiques                                      |              |                         |
| Réseau d'observation des météores par système vidéo                                | 365          | 2555                    |
| Observation et comptage des météores   | 20           | 2000                    |
| Planètes extrasolaires   | 4            | 60                      |
| Détection des flashes lunaires   | 120          | 1200                    |
| Spectroscopie des étoiles Be   | 40           | 1400                    |
| Mesure de l'unité astronomique   | 6            | 18                      |
| Observation d'exoplanètes par la méthode des transits                              | 15           | 65                      |
| Surveillance et recherche de comètes   | 125          | 1000                    |
| Etude des étoiles binaires à éclipses  | 100          | 100                     |
| Etude des étoiles RR Lyrae   | 100          | 100                     |
| Météores : détection et détermination de leur trajectoire de rentrée atmosphérique | 365          | 7300                    |
| Courbes de lumière des astéroïdes  | 10           | 100                     |
| Impacts d'astéroïdes sur Jupiter   | 5            | 25                      |
| Observation des étoiles variables  | 20           | 1000                    |
| <b>Total</b>   | <b>2132</b>  | <b>64273</b>            |

Les amateurs concernés ont réalisé près de **65000 séances d'observation soit environ 170 observations par jour** réparties sur l'ensemble de l'année et du territoire.

Le potentiel d'observations déjà réalisées est énorme au regard de ce dont peut disposer un professionnel dans le cadre des observatoires de mission ou des (rares) instruments dédiés à un laboratoire. A cela s'ajoute :

- la répartition géographique des observateurs amateurs, répartition qui multiplie les possibilités de conditions météorologiques compatibles ainsi que la probabilité d'observation d'un événement (par exemple occultations d'astéroïdes) ;
- la disponibilité temporelle, les amateurs ayant la capacité de dégager du temps d'observation plus facilement et rapidement que les professionnels qui se voient attribuer du temps d'instruments selon des critères qu'ils ne maîtrisent pas directement. La répartition au cours de l'année est aussi plus régulière que pour des astronomes professionnels.

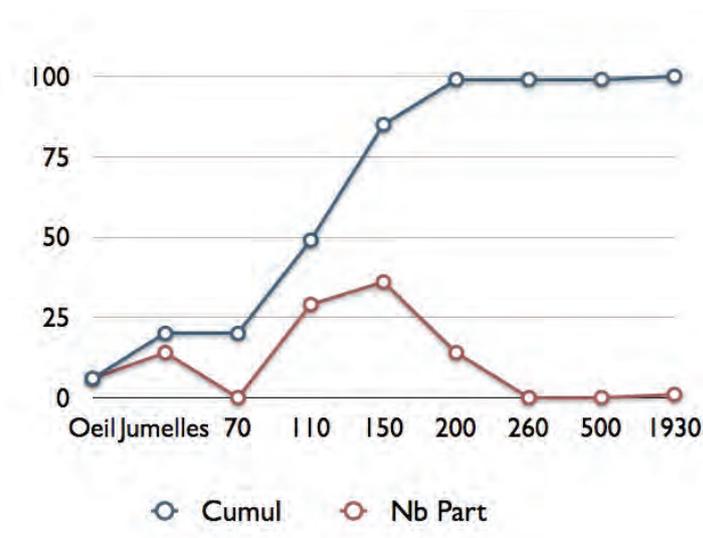
### Instrumentation de collecte



*Nombre d'opérations en regard du diamètre de l'instrument collecteur*

La plupart des programmes impliquant des amateurs requiert un instrument de 120 à 200 mm de diamètre. Mentionnons le cas particulier du programme de «suivi solaire» réalisé au télescope de l'Observatoire du Pic du Midi par les observateurs associés, qui nécessite un matériel et une infrastructure hors de la portée des amateurs ou des clubs.

Les observatoires de mission qui regroupent des télescopes de plus de 600 mm (TJMS 600mm, Saint Véran 620 mm, Côtes de Meuse 800 mm, T60 du Pic 600 mm) ne figurent pas dans cette étude car ils ne sont utilisés que très ponctuellement dans le cadre des coopérations, il ne s'agit pas des instruments principalement utilisés par les groupes d'observateurs.



*Nombre d'observateurs en regard du diamètre de l'instrument collecteur*

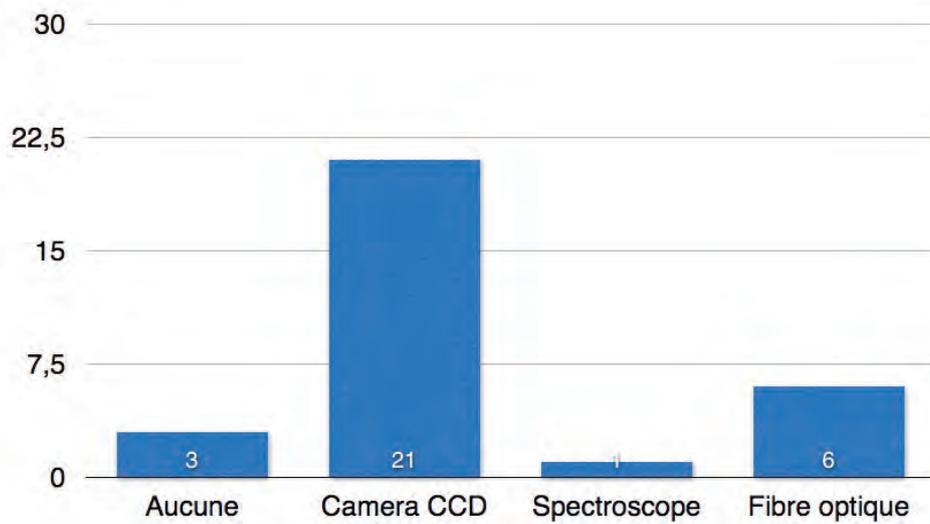
La proportion de petits diamètres d'instruments est tout aussi importante lorsqu'on regarde non plus le nombre de projets mais le nombre de participants.

**99 % des programmes sont menés avec des instruments de 200mm de diamètre ou moins.** Ces instruments sont très diffusés et disponibles dans la majorité des clubs. Leur nombre dépasse en France allègrement les 50 à 100 000 unités.

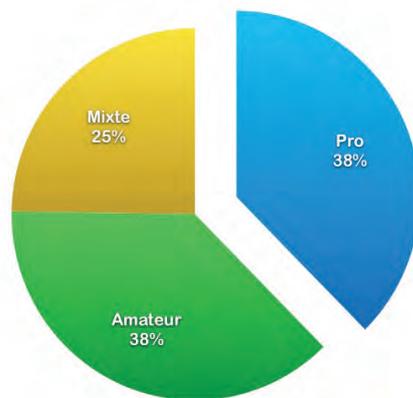
## Traitement des données

Le graphique ci-après représente à la fois la répartition des programmes selon l'instrument de capture placé derrière le télescope, ainsi que l'utilisation de programmes informatiques de saisie, de recherche, de positionnement.

Il apparaît que sur les seize programmes utilisant une caméra CCD et/ou un spectrographe, presque tous utilisent également un logiciel ad hoc. Il faut noter que certains programmes utilisent ET caméra ET spectro, ce qui explique que la somme des parties soit supérieure au nombre de programmes. Tous les programmes de recherche utilisant des instruments optiques, soit les 4/5e, utilisent également des capteurs numériques et des programmes informatiques de traitement d'images et de données.



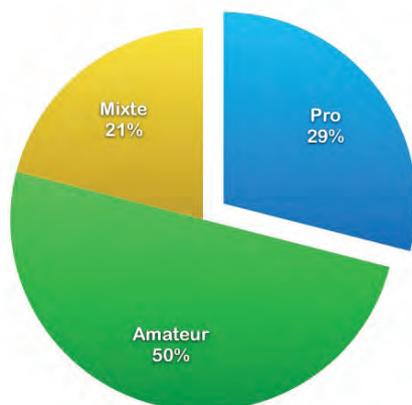
### Initiative des programmes



Les amateurs (individuellement ou constitués en association) sont majoritairement à l'initiative des programmes collaboratifs : un cinquième de ceux-ci est d'initiative simultanément amateur et pro, et les deux cinquièmes restants se partagent à égalité entre les uns et les autres. Ceci posé, il existe dans la nature même de ces programmes de grandes disparités et le mode d'initiation lui-même se ressent de ces différences. Il faut noter que certains programmes utilisent ET caméra ET spectro, ce qui explique que la somme des parties soit supérieure au nombre de programmes.

**Il reste que les amateurs sont à l'initiative de la grande majorité (> 60%) des programmes coopératifs.**

## Pilotage des programmes



Majoritairement, les programmes collaboratifs sont pilotés par des amateurs (presque les deux tiers) ou de façon mixte et un tiers seulement par les professionnels. Il ne faut pas oublier que de plus en plus d'amateurs particulièrement bien formés (doctorat en observatoire) contribuent au milieu de l'astronomie amateur, en particulier par le biais de formations. A noter aussi la présence de retraités de l'astronomie ou d'anciens cadres d'un très haut niveau technique qui s'impliquent fortement dans les activités amateur.

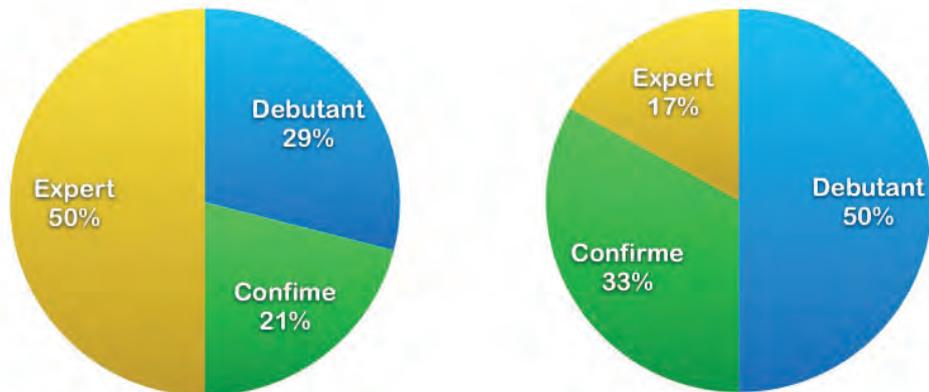
### Thématiques et caractère : récurrent ou ponctuel ?

La quasi-totalité des programmes sont de caractère récurrent ou continu, c'est-à-dire s'intéressant à des phénomènes durables ou répétés, et n'ont donc pas de date de fin programmée (ce qui est un biais connu puisqu'il correspond à l'un des postulats de base de l'étude : programme actif).

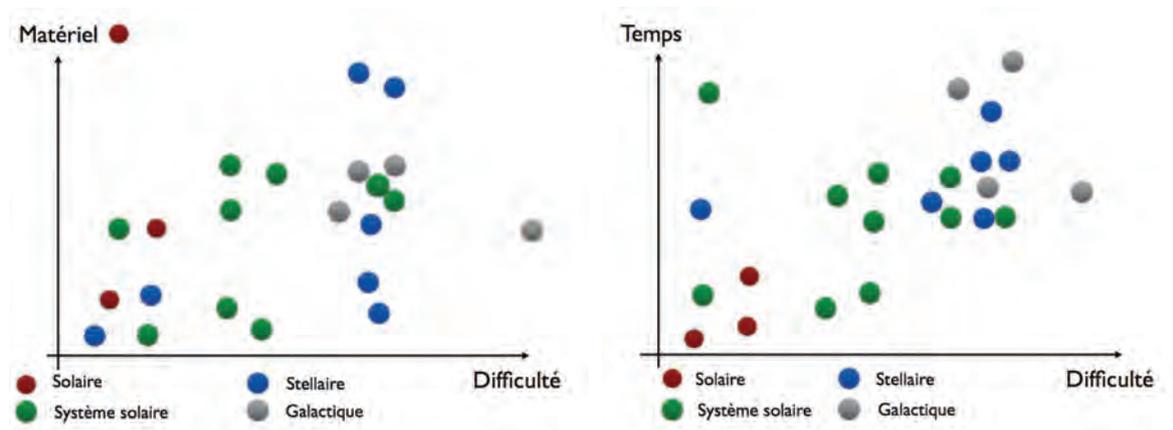
Trois seulement (« *détermination des pôles orbitaux des étoiles doubles* » et « *imagerie 3D des astéroïdes* », « *Mesure de l'Unité Astronomique par la parallaxe d'Eros* »), sont programmés une période d'une dizaine d'années.

A noter que d'autres programmes collaboratifs ont existé dans le passé mais ont disparu étant liés à un événement astronomique particulier (éclipse, transit de Vénus, comète de Halley, ...). D'autres opérations à caractère opportuniste pourront exister dans le futur mais aucun n'est encore défini. Ils sont donc hors cadre pour cette étude.

## Compétences nécessaires



Sur une échelle de 1 (débutant) à 3 (expert), la majorité des programmes est au niveau 2 (observateur confirmé) sur le plan des compétences en observation astronomique, c'est-à-dire disposant d'une bonne pratique de l'observation instrumentale, voire des saisies et traitement, mais pas forcément extrêmement pointue. Le référentiel utilisé est celui des formations 1, 2 et 3 \* organisées par l'AFA. Cependant un nombre significatif concerne un niveau supérieur de compétences, et seulement quelques-uns des observateurs débutants ou de petit niveau.



Il est à remarquer qu'aucune corrélation n'existe entre les compétences et le niveau d'instrumentation comme le montre la figure ci-dessus.

## La disponibilité

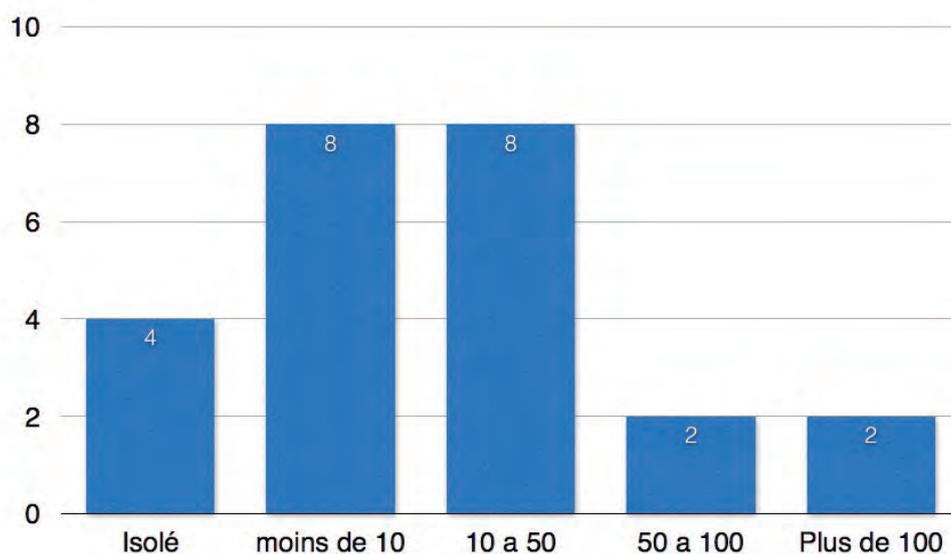
### Nombre de participants

Il existe ici d'énormes disparités, depuis les programmes suivis par un seul amateur travaillant isolément, jusqu'à ceux qui en mobilisent plus de cent. Cependant, entre ces deux extrêmes, le graphe dessine une gaussienne imparfaite dont le pic passe par une valeur de vingt-cinq à trente amateurs par programme.

Ces disparités enlèveraient tout sens à une moyenne, mais une relation est à faire entre ce nombre et la complexité technique du programme d'une part, et d'autre part le niveau de l'instrumentation.

Cette analyse effectuée, il apparaît qu'à l'exception d'un seul, les programmes notés au plus haut degré de difficulté astronomique regroupent chacun moins de vingt personnes.

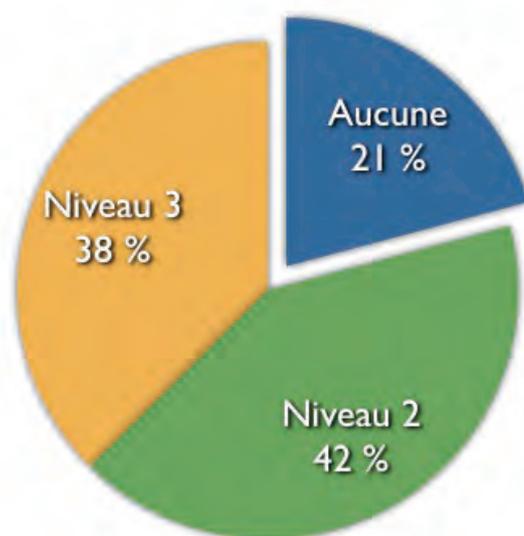
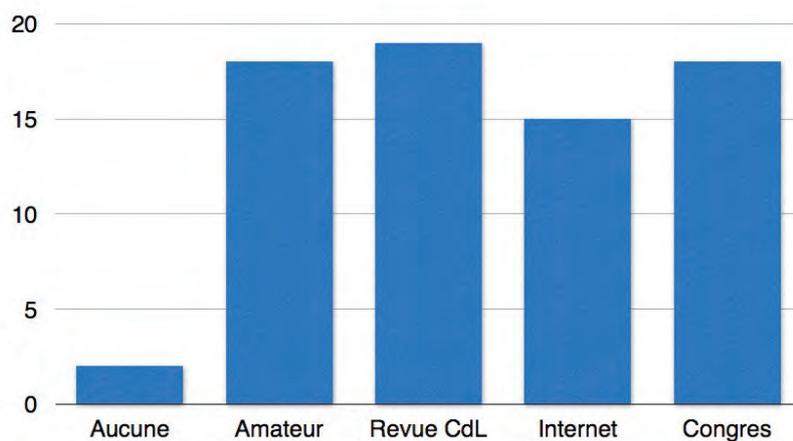
Ces résultats et en particulier la limitation apparente du nombre de participants à un projet peut aussi être interprétée comme représentant un seuil au-delà duquel un bénévole isolé n'a plus la capacité ou les compétences pour diriger son équipe, gérer et animer son projet. La promotion de ces activités devra impérativement tenir compte de ce paramètre.



Nombre de participants par taille du groupe d'observateurs. Le plus grand nombre de projets concerne des réseaux de 10 à 50 personnes

## Publications

Une large majorité des programmes fait l'objet de publications. Seuls cinq ne sont pas dans ce cas. Parmi les autres, treize ont fait l'objet d'articles dans des revues à comité de lecture. Quelques publications ont été faites en interne et quelques programmes ont fait l'objet des deux types de publications. De nombreuses communications orales (plusieurs dizaines) ont aussi été faites lors des Rencontres du Ciel et de l'Espace ces dernières années)

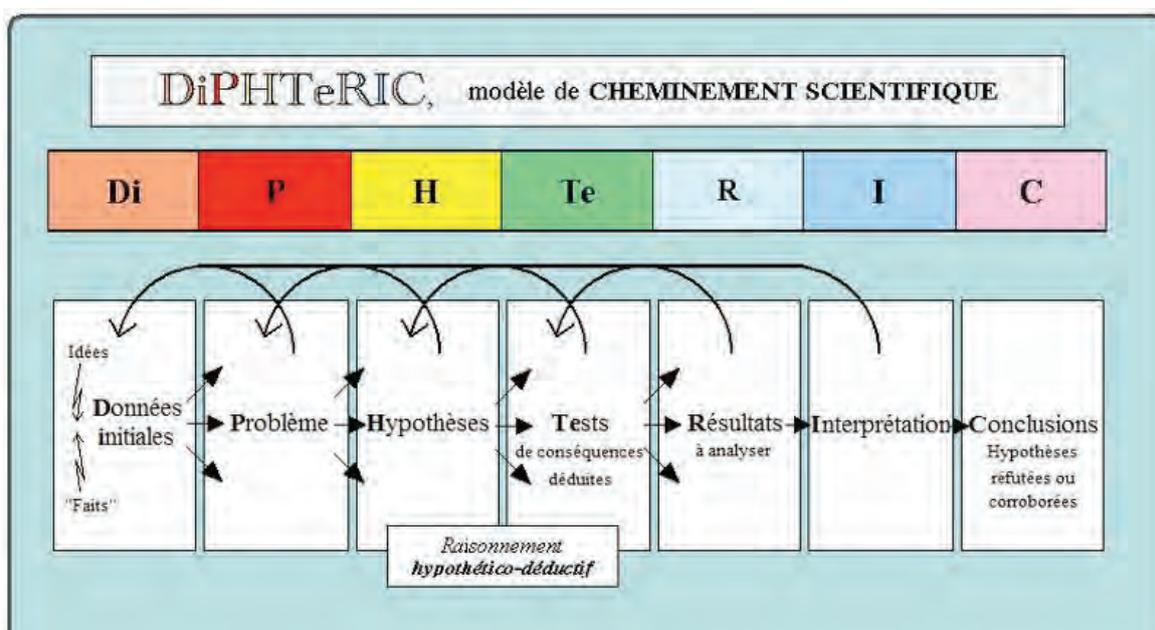


## Possibilités de démultiplication

Tous les programmes sauf quatre recèlent des possibilités de démultiplication à un public de participants plus large selon les référents. L'élargissement aux amateurs peu ou faiblement équipés est crédible. La limite instrumentale se situant à la possession ou à l'accès à un télescope d'au-moins 200 mm de diamètre et à une caméra numérique adaptée qui sont – rappelons le – des équipements à la disposition de la grande majorité des structures amateur – n'est donc pas un frein aux développements quantitatifs des participants à ces activités.

## Niveau d'implication des amateurs

Les amateurs peuvent s'impliquer à différents moments des démarches expérimentales scientifiques. Nous avons repris ici les grilles d'analyse développées précédemment (Las Vergnas, 2011) pour détailler les postures adoptées selon les phases une grille qui juxtapose des flèches indiquant la responsabilité de la production dans chaque phase de l'expérience. Cet outil s'appuie sur le modèle de découpage en phase d'une étude expérimentale dit OHERIC (inspiré par les écrits de Claude Bernard sur la méthode expérimentale et critiqué et rendu célèbre par André Giordan en 1976) : OHERIC



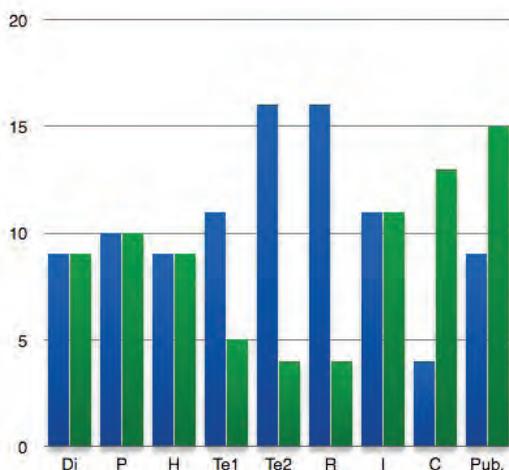
(Observation, Hypothèse, Expérience, Résultats, Interprétation, Conclusion) désigne la succession d'étapes d'un modèle idéalisé de démarche scientifique) ou sur le complément nommé DiPHTeRIC proposé par Cariou en 2002 afin de rendre compte d'une démarche plus concrète sur la base d'essais et d'erreurs.

Dans le cadre de cette étude nous avons synthétisé cette démarche sous la forme présentée ci-dessous afin d'éliminer le côté didactique et de ne s'intéresser qu'aux aspects séparant les rôles dans la construction d'une collaboration scientifique amateurs/professionnels dans le domaine de l'astronomie et de l'astrophysique.

Pour chaque phase une flèche indique ce que nous appelons le sens de la « responsabilité dans la production » c'est-à-dire le sens du pouvoir de décision ou d'action : pointée vers le haut, elles relèvent des non-académiques eux-mêmes ; vers le bas, des scientifiques académiques. Est aussi utilisée une flèche horizontale, pour désigner les utilisations de savoirs ou connaissances du domaine public.

| Phase du projet de recherche | Données initiales ou observation induisant la recherche | Invention manip ou protocole | Émission de l'hypothèse de recherche | Construction du dispositif expérimental<br>Invention du test à réaliser | Collecte des informations<br>Réalisation du test | Traitement des résultats et données | Interprétation des résultats | Conclusion scientifique | Publication |
|------------------------------|---|------------------------------|--------------------------------------|---|--|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------|-------------|
| OHERIC (Giordan 1976)        | O1  | O2                           | H                                    | E1  | E1   | R                                   | I                            | C                       |             |
| DIPHTeRIC (Carriou, 2002)    | Di  | P                            | H                                    | Te1   | Te2  | R                                   | I                            | C                       |             |
| Amateurs                     | 14<br>61%   | 15<br>65%                    | 14<br>61%                            | 15<br>65%   | 23<br>100%                                       | 21<br>91%                           | 15<br>65%                    | 6<br>26%                | 13<br>57%   |
| Professionnels               | 16<br>70%   | 17<br>74%                    | 16<br>70%                            | 11<br>48%   | 4<br>17%   | 6<br>26%                            | 16<br>70%                    | 20<br>87%               | 21<br>91%   |

Au travers des exemples présentés, l'on constate que les amateurs peuvent s'impliquer (et s'impliquent déjà) à toutes les étapes de la démarche scientifique. Leur rôle n'est donc aucunement limité à une étape d'une étude scientifique.



## Bilan

Les amateurs français contribuent aujourd'hui largement, sur une quarantaine de sujets différents, à la recherche observationnelle en astronomie. Ils le font avec des moyens techniques généralement modestes à peu importants en dimension, et bénéficient quelquefois d'instrumentations mises à leur disposition par les professionnels.

Dans plusieurs cas, la pertinence du travail mené est apportée uniquement par le grand nombre de contributeurs (météores). Dans d'autres cas, un seul d'entre eux peut parvenir à faire une découverte mais le nombre permet d'en faire davantage. Cette contribution observationnelle à la production de connaissance nouvelle est due plus largement à l'initiative des amateurs qu'à celle des astronomes professionnels mais le besoin manifesté par ces derniers est évident ; d'ailleurs les programmes coopératifs lancés récemment sont le fait presque exclusif des professionnels, ce qui fait que la proportion pourrait prochainement se rééquilibrer, les professionnels prenant peu à peu conscience de l'apport possible des amateurs.

Dans la plupart des cas, le travail collaboratif est valorisé par des publications officielles dans des revues à comité de lecture qui manifestent les avancées de la recherche ; sinon, par des publications internes (bulletins associatifs ou de réseau) et/ou en ligne.

Il n'est pas rare qu'un programme coopératif soit l'occasion d'améliorer les compétences des amateurs et même qu'un partage de ces compétences soit opéré par la publication d'outils didactiques

Le nombre de programmes existants ne cesse d'augmenter. Cependant, presque tous les programmes gagneraient à voir plus d'amateurs encore apporter leur concours. La demande des chercheurs est nette et unanime à ce sujet.

## CONCLUSION

A la suite du séminaire « astronomie participative » que nous avons organisé dans le cadre du Festival des deux infinis début octobre 2011 (Piednoel & Las Vergnas, 2011) un certain nombre d'hypothèses pouvant constituer des freins à l'extension de ces pratiques avait été formulées. Nous pouvons citer : la complexité et le coût du matériel, les compétences nécessaires (en sciences, en technicité d'observation et d'analyse, en informatique), la disponibilité nécessaire, la connaissance de l'existence de tels dispositifs et leur accessibilité. Il apparaît aussi que le travail bénévole est valorisé par de nombreuses publications, tant destinées à la communauté amateur que professionnelle (revues à comité de lecture).

Après analyse nous pouvons affirmer que les aspects liés au matériel et aux savoirs ne sont pas un frein au développement de tels programmes. Il ne reste donc que les aspects liés à la communication ou à des obstacles conatifs, que l'on peut décomposer de la manière suivante :

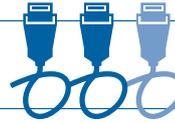
- faire savoir aux professionnels (et les convaincre si besoin) que des amateurs ont la compétence et les capacités nécessaires pour les aider à collecter des données ;
- faire comprendre aux amateurs qu'ils ont les compétences et les capacités pour aider les professionnels dans une action de recherche de qualité, que cette recherche n'est pas réservée à une élite.
- il faut aussi noter que la pérenité des programmes est très souvent fragile car dépendant de la volonté ou de la disponibilité d'un tout petit nombre de personnes.

Il est nécessaire de créer un espace – qu'il soit physique ou virtuel – de mise en relation des partenaires potentiels en dehors des cercles déjà constitués. Espace dans lequel les cibles astronomiques, les compétences nécessaires et le matériel, les méthodes d'investigation seraient clairement énoncées.

Il y a également un effort de formation et d'accompagnement des amateurs parfois difficile à gérer par la communauté des amateurs avertis ou des professionnels. Dans certains programmes (étoile Be), la compétence à acquérir est importante et le tutorat nécessaire de l'observateur en limite le nombre. Ces programmes pourraient constituer la marche haute d'une pyramide - à créer - de programmes collaboratifs.

Il faut valoriser des programmes accessibles au plus grand nombre ou en développer. L'AFA va s'attacher à développer des programmes simples, comme l'observation des insectes nocturnes et du ciel étoilé, ou encore «vigie ciel» (recherches de météorites) afin de valoriser et rendre exemplaire cette pratique active des sciences. Elle lancera également des initiatives de centralisation des programmes en particulier sous la forme d'une plateforme numérique de présentation par exemple.

L'action proposée par l'AFA doit permettre de faire entrer certains de ces programmes dans un cycle vertueux reliant l'amélioration des connaissances, la connaissance de ces programmes par tous les acteurs potentiels et la pérennisation des programmes concernés. Il ne peut en sortir s'un élargissement et un approfondissement des savoir collectifs et partagés.



# Découverte de nébuleuses planétaires

Découverte par la photo en bande étroite  
des nébuleuses planétaires.

Coordination: OUTTERS Nicolas



**Réalisation d'images en technique d'imagerie à bande étroite (narrow-band), puis détection de «taches suspecte» sur les images pour confirmation auprès de l'astronome professionnelle support du projet (Agnès Acker).**

Les filtres à bande étroite augmentent le contraste des objets qui émettent de la lumière car ils ne "laissent passer" qu'une partie limitée du spectre visible autour des rayonnements de l'hydrogène ( $H\alpha$ , 656 nm), de l'oxygène ( $OIII$ , 501 nm), du soufre ( $SII$ , 672nm) et de quelques autres. Ces filtres permettent de réaliser des images des nébuleuses et des candidats y compris en présence de la lune puisqu'ils filtrent la grande majorité des longueurs d'ondes ne provenant pas d'une nébuleuse. Il est à noter que ces filtres sont plus délicats à utiliser que des filtres traditionnels (R,V,B) et plus chers mais qu'ils sont indispensable pour réaliser une telle opération.

**Nombre de personnes actuellement impliquées : 2**

**Échelle temporelle : Plusieurs années/ Pas de limite de temps**

## Matériel nécessaire

| A Minima                                 | Majoritairement utilisés |
|--|--------------------------|
| Lunette très ouverte et très grand champ | FSQ106 lunette           |
| Capteur CCD grand champ                  | Capteur Kodak 6303e      |
| Logiciel de prétraitement classique      | Maximdl ou Pixinsight    |
| Photoshop                                |                          |

**Compétences observationnelles : Expert**

**Compétences informatiques : Moyen**

**Compétences techniques/scientifiques : Moyen**

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instrumen-<br>tation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro      |                             |                                 |  |   |                            |                          | ✓                                 | ✓                 |
| Rôle des amateurs | ✓                           | ✓                               | ✓  | ✓   | ✓                          | ✓                        |                                   |                   |

**Publication:** Astronomie Magazine, L'Astronomie et une revue Mexicaine Professionnelle

**Manuel en ligne :** <http://www.outters.fr/pn>

**Site web:** <http://outters/pn>

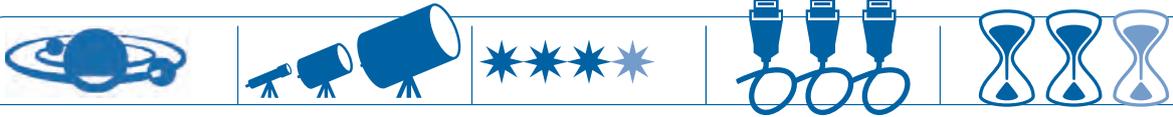
### REMARQUES AFA

**Extensions scientifiques possibles :** Les images acquises pourraient être utiles aux différents programmes de surveillance (astéroïdes, comètes) ainsi qu'aux programmes concernant les étoiles doubles. Nécessiterait la mise en place d'une base de données de type virtual observatory afin d'intégrer les observations dans les outils existants.

**Extension en nombre :** Interface à constituer. Associer les possesseurs de plus gros télescopes, voire programmer pour les télescopes de mission et les stations de nuit. Applications directes pour des astronomes amateurs bénéficiant d'un instrument à champ large, d'une caméra CCD et des filtres nanoband. Nécessité de bien maîtriser le suivi, le post traitement et le traitement des images avant de donner l'analyse à un professionnel.

**Freins :** Compétences élevées afin d'acquérir des images de qualité. Les sites possibles pour observer sont limités car ce type d'imagerie nécessite un emplacement de qualité ou de filtres de qualité.

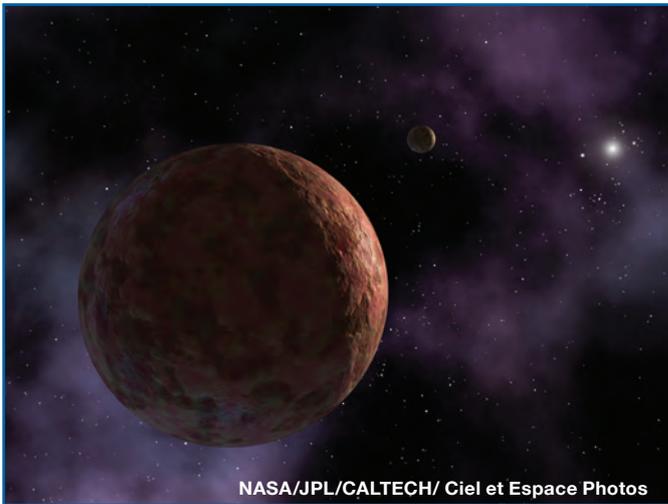
**Potentiel:** possibilité de massifier et encourager le développement



# Expérience Myosotis

Observation du passage des astéroïdes trans-neptuniens (TNO) devant des étoiles.

Coordination: BERNARD Christophe



Détermination d'une statistique nombre/diamètre pour les petits TNO non observables directement. Le programme concerne surtout les petits TNO froids c'est-à-dire présents dans le plan de l'écliptique.

## Principe de l'équipement Myosotis :

Le télescope donne des images d'étoiles dans son plan focal, ces images sont transmises par fibres optiques (30 fibres).

Ces fibres optiques sont motorisées mécaniquement pour se déplacer dans le plan focal avec une grande précision, connaissant le champ d'étoiles, le logiciel de pilotage des fibres vient les placer devant les étoiles choisies. Une optique reprend les images sorties des fibres pour les projeter sur un EMCCD très performant (rapide, faible bruit de lecture, de fort rendement quantique, etc).

Il s'agit donc d'une instrumentation focale professionnelle installée sur des instruments professionnels.

**Nombre de personnes actuellement impliquées : 6**

**Échelle temporelle :** 2 à 4 semaines par an ainsi qu'une observation exceptionnelle à l'observatoire de Calar Alto

## Matériel nécessaire

| A Minima                  | Majoritairement utilisés  |
|---------------------------|---------------------------|
| T193 OHP (équipement pro) | T193 OHP (équipement pro) |

**Compétences observationnelles :** Ingénieur + astronome amateur de très bon niveau

**Compétences techniques/informatiques :** Optique + mécanique + électronique analogique et numérique + caméras CCD

**Compétences scientifiques :** Traitement d'images CCD + programmation spécifique

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instrumen-<br>tation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro      | ✓                           | ✓                               |  | ✓   | ✓                          | ✓                        | ✓                                 | ✓                 |
| Rôle des amateurs |                             |                                 | ✓  | ✓   | ✓                          |                          |                                   |                   |

**Publication:** Une thèse et une publication en cours, un article dans l'Astronomie de février 2012 ainsi qu'une intervention aux RCE 2012 ([www.afanet.fr/RCE/PresentationsRCE2012/S1-0311-B.Christophe.pdf](http://www.afanet.fr/RCE/PresentationsRCE2012/S1-0311-B.Christophe.pdf))

**Manuel en ligne :** Non Connu (N.C).

**Site web:** (N.C)

## REMARQUES AFA

**Extensions scientifiques possibles :** les compétences acquises ici peuvent être exploitées pour observer les transits de planètes extra-solaires.

**Extension en nombre :** oui autour d'instruments amateurs d'un diamètre > 500 mm ou d'instruments professionnels disponibles

**Freins :** niveau de compétence élevé. Matériel nécessaire coûteux.

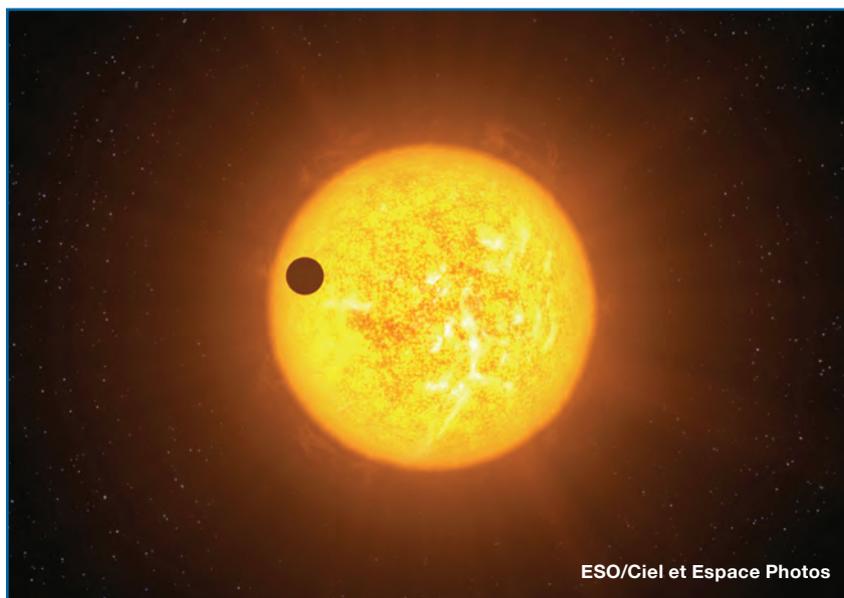
**Potentiel :** limité du fait d'une maîtrise technique non accessible à la plupart des amateurs. Nécessité d'un poste fixe, d'un télescope de grand diamètre pour la résolution et d'une bonne assistance pro.



# Photométrie des transits d'exoplanètes

Collaborer aux mesures des transits d'exoplanètes en photométrie grâce à un observatoire semi-automatique pilotable à distance à la palma (Canaries)

Coordination: VANHUYSSE Michael



Il s'agit d'une campagne photométrique de longue période sur des champs d'étoiles sélectionnés par nous. L'instrumentation est assez complexe sans présenter une trop grande difficulté de manipulation.

Les observations sont conduites de manière autonome ou en coordination avec des mesures spectrométriques sur des instruments professionnels. Des observations complémentaires sont parfois demandées par des observateurs professionnels issus de plusieurs laboratoires (OHP, IAP, LAM) sur des cibles particulières.

**Nombre de personnes actuellement impliquées : 2**

**Échelle temporelle :** Plusieurs années, en cours depuis 2010

## Matériel nécessaire

| A Minima              | Majoritairement utilisés |
|-----------------------|--------------------------|
| C14                   |                          |
| CCD STL1001e          |                          |
| Optique active AOL    |                          |
| Rotateur de champ     |                          |
| Focuser               |                          |
| Ccdsoft/ccd autopilot |                          |
| Muniwin photometrie   |                          |

**Compétences observationnelles :** Pointage précis, utilisation d'une instrumentation focale

**Compétences techniques/informatiques :** Utilisation d'un observatoire pilotable à distance, donc plutôt élevée

**Compétences scientifiques :**

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole   | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instrumen-<br>tation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final                 | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications               |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--|---|----------------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------|
| Rôle des pro      |                             | ✓<br>compatibilité<br>des données |  |   |                            | ✓<br>afin de compa-<br>rer les résultats | ✓                                 | ✓<br>rédaction et<br>soumission |
| Rôle des amateurs | ✓                           | ✓                                 | ✓  | ✓   | ✓                          | ✓  | ✓                                 | ✓<br>co-auteur                  |

### Publication: Astronomy & Astrophysics

<http://arxiv.org/abs/1110.5462>,

<http://arxiv.org/abs/1106.6092>,

<http://arxiv.org/abs/1105.3849>

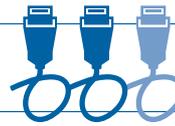
**Liste de diffusion:** [exoplanet-l@yahoogroups.com](mailto:exoplanet-l@yahoogroups.com)

## REMARQUES AFA

**Extensions scientifiques possibles :** observation des astéroïdes trans-neptuniens, de la variabilité fine des étoiles.

**Extension en nombre :** aux instruments de mission autour d'une petite communauté de haut niveau. L'astronome amateur est dégagé de la plupart des soucis techniques, il ne reste que l'acquisition et l'analyse des données avec la collaboration d'un pro. Voilà une bonne application pour les fans de remote.

**Freins :** le niveau de compétence nécessaire afin de conduire des observations exploitables.



# Recherche de nébuleuses planétaires

Coordination: LE DÛ Pascal



La découverte aléatoire d'une nébuleuse planétaire lors d'une séance de prises de vue pour la réalisation d'une image astronomique a déterminé ce programme d'observations systématiques de zones du ciel normalement peu propices aux belles images.

Acquisition d'images grand champ à l'aide d'une CCD sensible et de filtres à bandes étroites (H $\alpha$  et OIII).

**Nombre de personnes actuellement impliquées : 1**

**Échelle temporelle :** répartie dans le temps en fonction de la météo sur une plusieurs mois/années

## Matériel nécessaire

| A Minima                                       | Majoritairement utilisés |
|--|--------------------------|
| Lunette lumineuse à F/D 5 au moins             |                          |
| CCD avec capteur assez grand et sensible       |                          |
| Filtres à bandes étroites $\leq 5\text{nm}$    |                          |
| Monture stable                                 |                          |
| Autoguidage performant                         |                          |
| Logiciel adapté : Prism, Pixinsight, photoshop |                          |

**Compétences observationnelles :** Pointage, utilisation de capteurs CCD, dépouillement d'images à faible rapport signal/bruit

**Compétences techniques/informatiques :** Traitements d'images à faible rapport signal/bruit

**Compétences scientifiques :** Non prépondérantes

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instrumen-<br>tation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro      |                             |                                 |  |   |                            |                          | ✓                                 | ✓                 |
| Rôle des amateurs | ✓                           | ✓                               | ✓  | ✓   | ✓                          | ✓                        |                                   |                   |

**Publication:** Revista Mexicana de Astronomia y Astrofisica (co-écriture)

**Manuel en ligne :** N.C.

**Site Web:** N.C.

### REMARQUES AFA

**Extensions scientifiques possibles :** Les images acquises pourraient être utiles aux différents programmes de surveillance (astéroïdes, comètes) ainsi qu'aux programmes concernant les étoiles doubles. Nécessiterait la mise en place d'une base de données de type virtual observatory afin d'intégrer les observations dans les outils existants.

**Extension en nombre :** Interface à constituer. Associer les possesseurs de plus gros télescopes, voire programmer pour les télescopes de mission et les stations de nuit. Applications directes pour des astronomes amateurs bénéficiant d'un instrument à champ large, d'une caméra CCD et des filtres nanoband. Nécessité de bien maîtriser le suivi, le post traitement et le traitement des images avant de donner l'analyse à un professionnel.

**Freins :** Compétences élevées afin d'acquérir des images de qualité. Les sites possibles pour observer sont limités car ce type d'imagerie nécessite un emplacement de qualité ou de filtres de qualité.

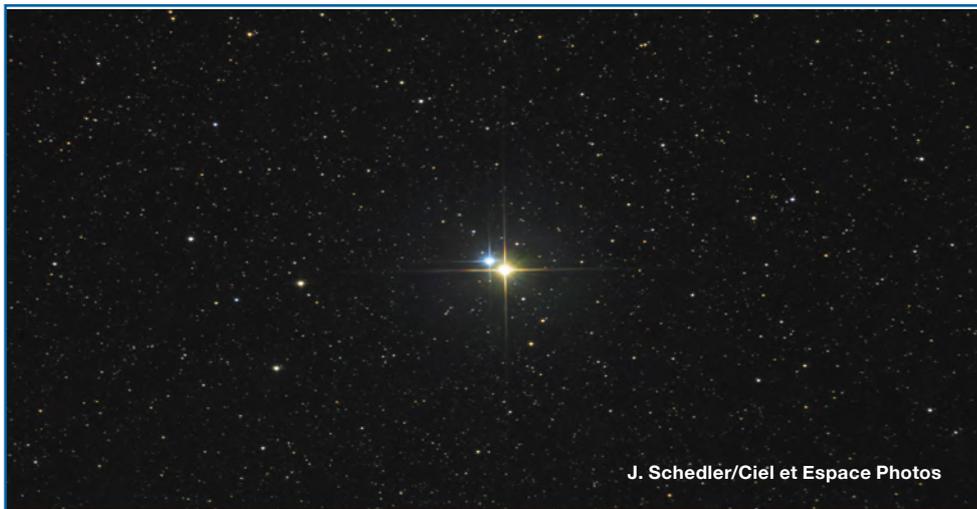
**Potentiel:** possibilité de massifier et encourager le développement



# Étoiles doubles serrées

## Interférométrie des tavelures

Coordination: TREGON Bernard



J. Schedler/Ciel et Espace Photos

Le but étant d'assurer une astrométrie relative des composantes de systèmes multiples serrés (typiquement sub-secondes). Les observations sont conduites sur des instruments de l'Association T60, ou de la SAF (lunette de 50 cm de l'observatoire de Nice).

L'interférométrie des tavelures est une technique de restauration de la résolution théorique d'un instrument, (naturellement dégradée par la turbulence atmosphérique). Le principe des tavelures est basé sur la nature ondulatoire de la lumière. La méthodologie de l'interférométrie des tavelures, initiée dans les années 1970, est dorénavant accessible aux amateurs grâce aux caméras vidéo rapides et sensibles, à la mise à disposition dans le domaine associatif de télescopes de grand diamètre, et à des logiciels de traitement d'images amateurs particulièrement performants. Travaux commencés en 2008 au Télescope de 60cm de l'observatoire du Pic du Midi un certain nombre de perspectives peuvent déjà en être dégagées.

**Nombre de personnes actuellement impliquées : 4**

**Échelle temporelle :** Quelques mois à plusieurs années

## Matériel nécessaire

| A Minima  | Majoritairement utilisés |
|---|--------------------------|
| Télescope 200mm                                 | Diamètres > 400mm        |
| Camera Vidéo rapide                             | EMCCD                    |
| Logiciel de traitement dans l'espace de Fourier | Reduc, Iris, Prism       |

**Compétences observationnelles :** Utilisation d'instruments de grand diamètre

**Compétences techniques/informatiques :** Dépouillement de données complexes

**Compétences scientifiques :** Complexes, du niveau d'une licence

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instrumen-<br>tation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro      | ✓                           | ✓                               |  |   |                            | ✓                        | ✓                                 | ✓                 |
| Rôle des amateurs | ✓                           | ✓                               | ✓  | ✓   | ✓                          | ✓                        | ✓                                 | ✓                 |

**Publication:** présentation aux RCE, présentations internes à la SAF

**Manuel en ligne :** N.C.

**Site web:** N.C.

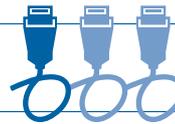
## REMARQUES AFA

**Extensions scientifiques possibles :** extension à la surveillance des impacts sur planètes (François Colas)

**Extension en nombre :** interface à constituer, associer les possesseurs de plus gros télescopes, voire programmer pour les Télescopes de mission et SDN. Nouvelle technique encore méconnue des amateurs. Applications intéressantes pour le témoignage des impacts mais qui très marginale au quotidien pour l'amateur.

**Freins :** niveau technique élevé

**Potentiel :** qq amateurs éclairés – difficile à encourager pour les amateurs mais possibilité de densifier un peu.



# Caractérisation de la dynamique de l'activité solaire avec des groupes scolaires

Coordination: ROZELOT Jean-Pierre



W. Higgins/Ciel et Espace Photos;

La dynamique de l'activité solaire est caractérisée par le changement de la dimension fractale des taches. Les taches solaires possèdent un aspect fractal qui peut être mis en évidence assez facilement. La mesure de cette dimension fractale doit permettre de mettre en place un indicateur précoce d'activité solaire.

## 1/ Observations :

Il s'agit d'enregistrer des images de bonne qualité de taches solaires. L'objectif de ces mesures est de déterminer la dimension fractale des taches solaires.

## 2/ Exploitation :

La dimension fractale d'un objet (ou dimension de Hausdorff) peut être définie comme le rapport du logarithme du périmètre  $L$  de l'objet à son aire  $A$ . Pour une tache donnée, on pourra vérifier qu'à différents périmètres (donc à différentes «profondeurs» de l'ombre), la relation précédente est conservée. Cette propriété (constance de la dimension fractale  $D$ ) indique qu'à différentes dimensions d'ombre l'autosimilarité de la structure est conservée. Les dimensions fractales des taches mesurées sur différents échantillons montrent qu'elles s'étendent d'environ 1.5 à 1.6. Cependant, certaines taches font apparaître un changement assez fort, 1.8 à 2.

Cette rupture de pente est associée à des processus liés à l'évolution du système, caractérisant une forte dynamique. Il y a là un moyen de mettre sur pied un indicateur précurseur d'activité (faible ou forte) permettant une prédiction.

**Nombre de personnes actuellement impliquées :** 30

**Échelle temporelle :** Campagnes vacances scolaires

## Matériel nécessaire

| A Minima                            | Majoritairement utilisés |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Lunette équipée d'un filtre solaire |                          |
| Logiciel d'acquisition              |                          |
| Logiciel d'exploitation             |                          |

**Compétences observationnelles :** Séances scolaires. Visite d'un site d'observation pendant l'année (Calern)

**Compétences informatiques :** B2I niveau 2

**Compétences scientifiques :** Connaissance scolaires sur le Soleil et son activité

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instrumen-<br>tation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro      | ✓                           | ✓                               |  |   |                            |                          | ✓                                 |                   |
| Rôle des amateurs |                             |                                 | ✓  | ✓   | ✓                          | ✓                        | ✓                                 |                   |

**Publication:** non

**Manuel en ligne :** N.C.

**Site Web:** N.C.

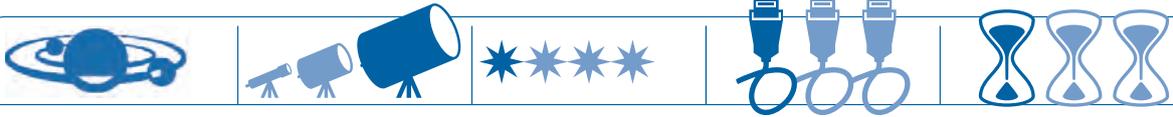
## REMARQUES AFA

### Extensions scientifiques

**Extension en nombre :** facilement réalisable avec des instruments de diamètre 100 mm ou +. Complément du relevé quotidien des taches solaires. Application intéressante et bonne motivation pour l'observation solaire.

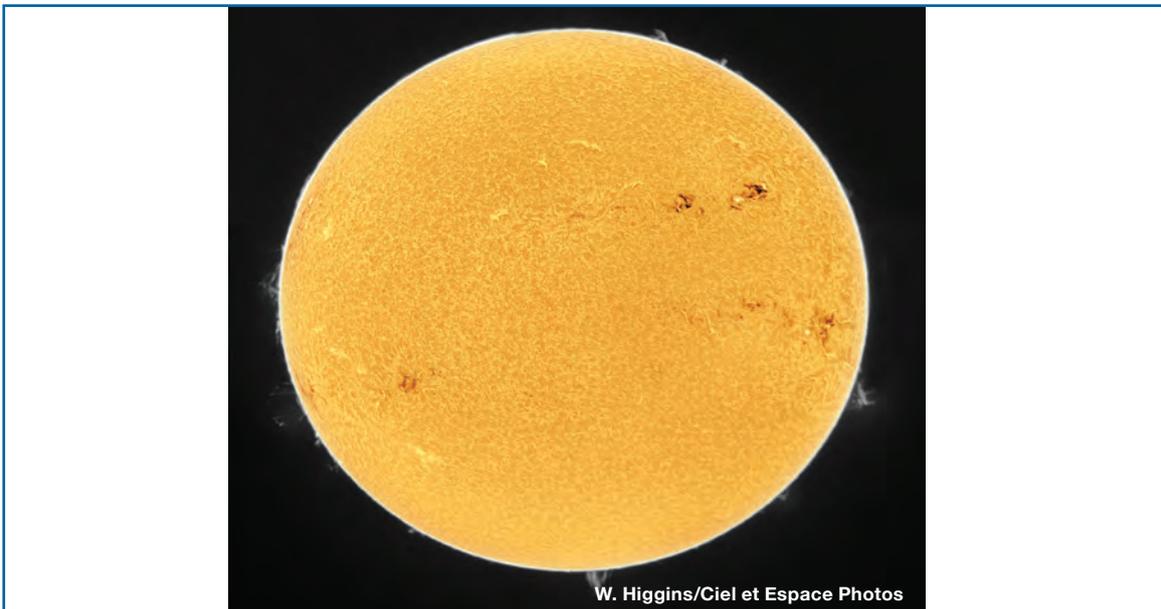
**Freins :** absence de coordination à grande échelle, absence de communication au niveau scolaire

**Potentiel :** important, tous les scolaires à proximité d'un club d'astronomie amateur. Encouragement pour le développement.



# Constitution d'une base d'images du Soleil

Coordination: FAVRE Didier



Solardatabase est conçue pour collecter les images du Soleil prises par les amateurs du monde entier. Ainsi, un travail d'archivage s'effectue automatiquement grâce aux formulaires d'observations dans le Continuum, le H $\alpha$  et le Calcium. La base de données permet également d'informer les visiteurs du site sur l'activité solaire en cours et de comparer les phénomènes photographiés à l'aide de différentes filtrations optiques. Les observations sont restituées sous formes de dessins ou d'images numériques. La contribution des participants est libre et consiste à rendre compte d'un ou de plusieurs phénomènes physiques visibles à la surface ou dans la basse atmosphère solaire. Il s'agit d'un projet indépendant et son rayonnement est international.

**Nombre de personnes actuellement impliquées : 1**

**Échelle temporelle :** le recensement des données par les observateurs est permanent et ce depuis février 2005.

## Matériel nécessaire

| A Minima  | Majoritairement utilisés                        |
|---|---|
| Instrument astronomique avec filtration solaire | Instrument astronomique avec filtration solaire |
| Gabarit pour l'observation solaire              | Caméra ou boîtier numérique                     |
| Crayon  | Ordinateur                                      |
| Scanner   | Logiciel d'acquisition                          |
| Ordinateur                                      | Logiciel de traitement                          |
| Connexion internet                              | Connexion Internet                              |

**Compétences observationnelles :** Précautions standard liées à l'observation du soleil

**Compétences informatiques :** Être capable de retransmettre les observations par un formulaire informatique.

**Compétences scientifiques :**

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instru-<br>mentation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro      | ✓                           | ✓                               | ✓  |   | ✓                          | ✓                        | ✓                                 | ✓                 |
| Rôle des amateurs |                             |                                 |  | ✓   |                            |                          |                                   |                   |

**Publication:** non

**Manuel en ligne:** N.C.

**Site Web:** <http://solardatabase.free.fr>

## REMARQUES AFA

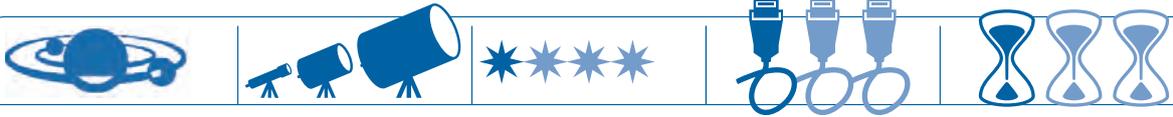
**Extensions scientifiques possibles :** planètes extra-solaires

**Extension en nombre :** oui si l'on fait connaître l'expérience. Potentiel > 10 000 instruments

Banque de données réalisées uniquement par des amateurs « tout type d'instruments », utiles pour les observateurs solaires. Outils remarquables pour suivre l'activité solaire et orienter ses propres images solaires.

Site incontournable, doit pérenniser

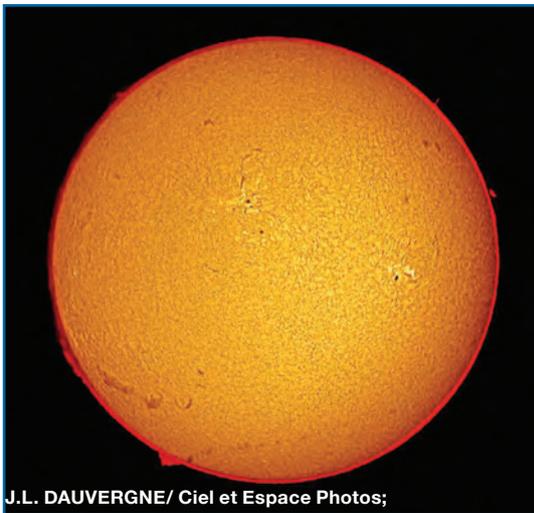
**Potentiel :** méconnaissance de l'existence de l'opération. Besoin de coordination car fort potentiel



# Observations solaires

(couronne :  $H\alpha$  et He, limbe :  $H\alpha$  et en CaII)

Coordination: VAISSIERE Franck, KOECHLIN Laurent



J.L. DAUVERGNE/ Ciel et Espace Photos;

Acquisition d'images en continu avec batterie d'instruments CLIMSO (Deux coronographes 200 mm et deux lunettes Coronado 90 mm) Aliménte la base de données solaires Bass2000 (OMP Tarbes et Meudon)

L'association des observateurs associés est parrainée par FIDUCIAL. Elle est le vivier d'observateurs amateurs qui observent sur CLIMSO.

## L'association finance :

a/ Les séjours des observateurs associés au sommet du Pic du Midi, matériel, nourriture, l'hébergement est pris en charge par l'OMP.

b/ Tout ou partie du matériel d'observation (par exemple CLIMSO a été financé par l'association et développé avec la communauté scientifique dont elle dépend au niveau orientation scientifique)

c/ Participe aux projets futurs.

L'OMP fournit quant à lui les moyens d'accès, locaux, fluides, personnels pour leur maintenance ainsi que la partie hébergement. Il fournit aussi la monture équatoriale et ses améliorations.

**Nombre de personnes actuellement impliquées :** environ 78 adhérents observateurs associés

**Échelle temporelle :** 365 jours par an.

## Matériel nécessaire

| A Minima | Majoritairement utilisés   |
|----------|--|
|          | Deux coronographes 200 mm, en H $\alpha$ et en He  |
|          | Deux lunettes Coronado 90 mm, en H $\alpha$ et en CaII   |
|          | Chaque instrument est équipé d'une caméra CCD Apogée 2k x 2k   |
|          | Supervision des 4 instruments via un ensemble de 5 PC (1 maître et 4 esclaves)   |
|          | Logiciel d'acquisition et de pilotage réalisé par les membres de l'association<br>Logiciel de traitement d'images réalisé par les membres de l'association et les astronomes professionnels. |

**Compétences observationnelles :** Être astronome amateur sans que cela soit une obligation, nos observateurs sont formés par notre équipe de suivi.

**Compétences informatiques :** Être astronome amateur sans que cela soit une obligation, nos observateurs sont formés par notre équipe de suivi.

**Compétences scientifiques :** Cf compétences astronomiques

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale                         | 2<br>définition du<br>protocole          | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation     | 4<br>acquisition<br>et instrumen-<br>tation                               | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final  | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|-------------------|---|--|--|---|----------------------------|---|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro      | Orienter les observations et les instruments requis | Evolution selon les besoins scientifique | Rôle essentiel, suivre l'évolution technologique | Définir les besoins   | Imagerie scientifique      | S'assurer de la qualité scientifique de ce qui sort au final          |                                   | ✓                 |
| Rôle des amateurs | Participer à ce processus                           | Appliquer, modifier, améliorer           | Peu d'influence                                  | Améliorer les procédures, réaliser les observations de la meilleure façon | Appliquer                  | Appliquer et finaliser le choix des images servant à monter les films |                                   | Être cité         |

### Publication:

1. sur le thème « vitesses Photosphériques » : **Articles de revues**

- Rieutord, M., Meunier, N., Roudier, T., Rincon, F., Malherbe, J.M., N.,

Berger, T. and Frank, Z. On the power spectrum of the solar surface. *A&A* 512, 4 (2009)

- S. Koutchmy, V. Slemzin, B. Filipov, J.C. Noëns, D. Romeuf, and L. Golub, Analysis and interpretation of a fast limb CME with eruptive prominence, C-flare and EUV dimming

*A&A*, vol. 483 n°2, p. 5997 (2008)

- Rondi S., Roudier T., Molodij G., Bommier V., Sutterlin P., Malherbe J.M., Keil S., Meunier N., Schmieder B. Photospheric flows around a quiescent filament. *A&A* 467, p.1289 (2007)

- D. Romeuf, N. Meunier, J.C. Noëns, S. Koutchmy, R. Jimenez, O. Wurmser, S. Rochain and the Observateurs Associés, Analysis of broad-band H $\alpha$  coronagraphic observations, *A&A*, 462, p. 731-741 (2007)

- Rieutord M., Roques S., Roudier T., Ducottet C. Tracking granules at the sun's surface and reconstructing horizontal velocity fields: I. the CST algorithm, A&A 471, 687 (2007)
- Tkaczuk R., Rieutord M., Meunier N., Roudier T. Tracking granules at the Sun's surface and reconstructing velocity fields. II. Error analysis, A&A 471,695 (2007)

## 2. Publications associées, sur le thème « shells and the transition region» : **Articles de revues**

- "Towards a unified definition of solar limb during central eclipse and daily transits International Journal", 2011, Sigismondi, C. Raponi, A. Bazin, C. et al., in press in Intern. Journal of Modern Physics D. (2011)

### **Conférences, posters**

- "The He I and He II shells at solar minimum : New results from eclipse flash spectra, SF2A conference " semaine de l'Astrophysique Française" 21-24 June 2011 Poster in press. (2011)
- "Analysis of the Transition Region and Prominences using eclipse flash spectra compared to SWAP and EUV filtergrams", Bazin, C. Koutchmy, S. Tavabi, E., Proba 2 meeting-ROB, (Feb 2011)
- « The variation of the solar diameter and irradiance : Eclipse observation of July 11, 2010", Koutchmy,S. Bazin,C. Prado,J-Y. Lamy,P. and Rocher,P. MTPR 10, international conference Cairo, invited introductory keynote, published in Conference Proceedings MTPR-10, Lotfia El Nadi Ed. (2011)
- « Solar diameter measurements at total eclipses and the variations of the chromospheric shell », C. Bazin, Présentation au 1er workshop de la mission Picard, IAP (Mars 2010)
- «Stray Light Rejection in Giant Externally?Occulted Solar Coronagraphs: Experimental Developments» Venet, M. ; et al. ICSO, 4 – 8 October 2010 Rhodes Island, Greece (Octobre 2010)
- "The HeI and HeII shells and the transition region", Bazin, C. Koutchmy, S. and Tavabi, E. (2010), IAGA International Symposium in Cairo, Proceedings, Cairo 2011, L. Dame and A. Hady Editors. (Dec. 2009)
- "The He I and He II deep coronal shells", C. Bazin, S. Koutchmy and F. Sevre, abstract booklet only, Oral presentation in Suzhou CAS-IAU Joint Solar Eclipse Meeting, China, 25th J(uly 2009)
- "Helium shells : observations and origins", C. Bazin, S. Koutchmy, and F. Sevre, Poster paper in Leuven, at the BUKS solar meeting (April 2009)

**Manuel en ligne:** N.C.

**Site Web:** <http://solardatabase.free.fr>

---

## **REMARQUES AFA**

**Extensions scientifiques possibles :** faible

**Extension en nombre :** quelques personnes peuvent étoffer le groupe dans le cadre d'un renouvellement naturel. Application directe des sciences participatives. Les missions amateurs de surveillance et d'imagerie du Soleil se succèdent, les pros analysent le contenu des données.

Compte tenu du nombre d'observateurs de plus en plus répandus et de la qualité croissante des images avec des plus petits instruments, le process mériterait d'être développé sur d'autres sites que l'OMP.

**Freins :** caractère exceptionnel de l'instrumentation utilisée



# Mesures d'astéroïdes par occultations stellaires

Coordination: FRAPPA Eric



Le réseau des observateurs d'occultations stellaires s'articule autour des associations IOTA (fondée en 1975 par David Dunham), IOTA-ES (European Section – qui organise notamment un colloque annuel nommé ESOP), du groupe informel EAON et d'un ensemble d'observateurs indépendants.

L'ensemble du réseau est piloté par des amateurs pour les astéroïdes de la ceinture principale, quelques professionnels y participant au même niveau que les amateurs (observateurs). Le cas particulier des objets transneptuniens fait l'objet d'un pilotage par l'Observatoire de Paris-Meudon (Bruno Sicardy).

L'observation des occultations d'étoiles est une technique de mesure directe des astéroïdes caractérisée par une grande précision (de 50 à 100 fois meilleure qu'en imagerie directe avec un grand télescope + optique adaptative). Elle permet d'évaluer des angles en-dessous de la milliseconde d'arc. La participation d'un grand nombre d'observateurs aboutit à un profil de l'astéroïde au moment de l'occultation, qui peut aller de la simple ellipse ajustée au contour détaillé avec ses irrégularités. L'utilisation de ces profils d'astéroïdes permet notamment de dimensionner les modèles 3D obtenus en photométrie par inversion de courbes de lumière et de distinguer la bonne orientation du pôle lorsque plusieurs solutions se présentent.

Ces observations permettent par ailleurs d'obtenir une position astrométrique pour l'astéroïde dès la première corde rapportée, de découvrir et/ou mesurer des étoiles doubles, de détecter des satellites d'astéroïdes.

Un des points clés de l'observation des occultations, la mobilité des observateurs, en fait une activité typiquement amateur. La multiplication des stations fixes est aussi un élément important mais elle se heurte à la relative faible fréquence des observations depuis un endroit donné, aux dates imposées par les événements et à la nécessité de posséder un matériel adapté (particulièrement pour la récupération et l'intégration correcte du temps absolu).

A noter également que cette technique de mesure s'applique désormais avec succès aux objets transneptuniens, objets à fort intérêt astrophysique, pour lesquels elle amène un gain énorme dans la précision de mesure sur le diamètre et la détermination de la présence ou non d'une atmosphère. L'organisation des observations sur ces objets particuliers est différente dans le sens où les professionnels sont impliqués à toutes les étapes à travers des campagnes dédiées

**Nombre de personnes actuellement impliquées :** 250 en Europe, 45 en France

**Échelle temporelle :** Indéfinie, autant de séances possibles que d'occultations observables

## Matériel nécessaire

| A Minima   | Majoritairement utilisés  |
|--|---|
| Jumelles + œil + chronomètre + pendulette radiopilotée | Télescope 200mm + caméra vidéo analogique + GPS 1PPS + incrustateur vidéo + enregistreur + logiciel Limovie ou Tangra |

**Compétences observationnelles :** Savoir repérer et pointer un champ, effectuer une observation à un instant précis (l'observation ne peut pas être différée) avec une contrainte de lieu (la zone concernée par l'occultation).

**Compétences informatiques :** Manipulation de logiciels dédiés pour l'exploitation d'enregistrements vidéo ou de logiciels astro classiques pour les scans ou séquences d'images, et d'un tableur pour l'exploitation de la courbe de lumière

**Compétences scientifiques :** Quelques notions basiques sur la géométrie des occultations, lecture d'une carte de prédiction, maîtrise de sa chaîne d'acquisition et de sa base de temps, quelques notions en photométrie et sur les incertitudes de mesure.

## Phases d'implication des amateurs (astéroïdes)

|                      | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instrum-<br>entation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques  | 8<br>publications |
|----------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------|--|-------------------|
| Rôle des pro         |                             |                                 |  |   |                            |                          | utilisation<br>de plusieurs<br>événements,<br>combinés<br>à d'autres<br>techniques | auteurs           |
| Rôle des<br>amateurs | ✓                           | ✓                               | ✓  | ✓   | ✓                          | ✓                        | événement<br>lui-même  | co-auteurs        |

## Phases d'implication des amateurs (TNO)

|                      | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole                            | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instrumen-<br>tation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|----------------------|-----------------------------|--|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro         | ✓                           | va donner les<br>consignes<br>propres à ce<br>type d'objet | ✓  | ✓   | ✓                          | ✓                        | ✓                                 | auteurs<br>✓      |
| Rôle des<br>amateurs | ✓                           | ✓  | ✓  | ✓   | ✓                          | ✓                        |                                   | co-auteurs        |

### Publication:

- European Symposium on Occultation Projects (ESOP) (annuel)
- Rencontres PRO/AM de La Rochelle (2009, 2012)
- Week-end Techniques Occultations (WETO) à l'Observatoire de Paris (2006, 2012)
- Week-end Techniques Astronomie Lyon (WETAL) au CALA (2007, 2011)
- 1st Strategic Workshop on Stellar Occultation Studies à l'Observatoire de Paris (2007)
- Atelier de formation Observation des petits objets du syst. sol. à La Couyère (2005)  
+ conférences aux RCE, journées techniques de Chinon (2009)...

### Manuel en ligne :

- Euraster : <http://www.euraster.net/guide/> (en français)
- IOTA : <http://www.poyntsource.com/IOTAManual/Preview.htm> (en anglais)

### Site Web :

- Liste Planoccult : inscription [Pierre.Vingerhoets@telenet.be](mailto:Pierre.Vingerhoets@telenet.be)  
(liste européenne, langue anglaise, où les observateurs envoient leur rapport)
- Liste IOTAoccultations : <http://tech.groups.yahoo.com/group/IOTAoccultations/>  
(liste mondiale, en pratique plutôt américaine)

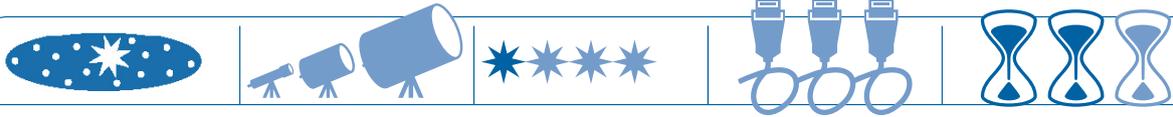
---

## REMARQUES AFA

**Extensions scientifiques possibles :** oui, assez facilement d'autant que les difficultés ne sont pas insurmontables et que l'opération est très bien documentée.

**Extension en nombre :** expérience facilement réalisable par les amateurs ou des clubs avec peu de moyens matériel. Surveillance du ciel motivante avec cette technologie. Tous les clubs équipés d'un instrument de type C8 (la qualité de la monture ne compte pas) et d'un webcam. Toutefois le problème principal est celui de la datation absolue qui est difficile à atteindre avec un Pc dans la boucle d'acquisition. Un matériel spécifique est nécessaire afin d'obtenir des mesures réellement utilisables.

**Potentiel :** les clubs de lycées pourraient constituer un vivier intéressant car les besoins sont ponctuels et bien répartis dans l'année.



# Étoiles doubles visuelles et spectroscopiques

## Détermination de l'orientation des pôles orbitaux d'étoiles doubles proches du Soleil.

Coordination: BONNEAU Daniel

Dans les conclusions d'un travail de recherche mené en 1968 puis en 1988, Jean Dommaget (astronome de l'observatoire royal de Belgique) a fait remarquer que les plans orbitaux des étoiles doubles visuelles du voisinage solaire ne seraient pas distribués de façon isotrope mais présentaient plutôt un certain parallélisme. Cette recherche est basée sur la



M. Weigand/Ciel et Espace Photos

détermination de la direction dans l'espace du pôle de chaque orbite. Celle-ci s'obtient en utilisant, d'une part la connaissance des éléments de cette orbite, d'autre part des mesures de la vitesse radiale des composantes, indispensables pour définir sans ambiguïté l'angle de position du nœud ascendant. Afin de vérifier ces résultats sur la base d'un plus grand nombre de couples, Edgar Soulié a proposé en 2004 que cette étude soit reprise par un groupe de travail créé au sein de la commission des étoiles doubles de la Société Astronomique de France.

La première phase du projet a permis de mettre en forme les données pour constituer la liste des étoiles doubles situées à une distance au Soleil inférieure à 20 parsecs et dont l'orbite visuelle ou astrométrique est connue. Ensuite, il a fallu rechercher les nouvelles mesures de vitesse radiale publiées pour chacun des couples auxquelles se sont ajoutées des mesures CORAVEL inédites.

Cela a conduit à un échantillon d'une quarantaine de couples stellaires pour lesquels la détermination de l'orientation du pôle orbital est en cours.

L'analyse préliminaire des résultats montre que la distribution des pôles pour des couples avec  $d \leq 10$  pc semblent présenter un groupement analogue à celui déjà remarqué par Jean Dommanget en 1968 et 1988. On ne retrouve pas la même chose pour les couples plus éloignés ( $10 < d < 20$  pc) dont la distribution des pôles semble uniforme. L'analyse statistique complète des résultats devrait permettre de répondre définitivement à la question d'une éventuelle anisotropie de la distribution des plans orbitaux des étoiles doubles du voisinage solaire.

**Nombre de personnes actuellement impliquées :** Nombre\_personnes

**Échelle temporelle :** durée

## Matériel nécessaire

| A Minima | Majoritairement utilisés                   |
|----------|--|
|          | Ordinateur personnel et connexion internet |

**Compétences observationnelles :** Sans objet

**Compétences techniques/informatiques :** Collège

**Compétences scientifiques :** Niveau collège

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instrumen-<br>tation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro      | ✓                           | ✓                               | ✓  | ✓   | ✓                          | ✓                        |                                   | ✓                 |
| Rôle des amateurs |                             |                                 | ✓  | ✓   | ✓                          | ✓                        | ✓                                 | ✓                 |

**Publication:** non pas encore. Une publication est en préparation à la rédaction de laquelle participe les collaborateurs astronomes amateurs.

**Manuel en ligne :** N.C.

**Site Web:** N.C.

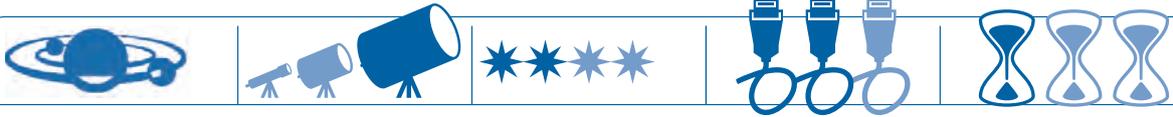
## REMARQUES AFA

**Extensions scientifiques possibles :** thème limité par définition

**Extension en nombre :** d'autres lycées et collèges, travail non observationnel, nécessité de plus de connaissances mathématiques que de connaissances astronomie. Peu d'intérêt pour l'astronome amateur. Cible assez restreinte

**Potentiel :** lycées et collèges, > 10000 instruments

**Freins :** manque d'information dans les lycées, besoin de coordination à grande échelle



# Réseau d'observations des météores par système vidéo

Coordination: LEROY Arnaud



S. NUMAZAWA/APB/Ciel et Espace Photos

Observer de manière continue le ciel afin de comptabiliser les météores dans le but de détecter par des variations d'activités l'apparition de nouveaux essaims ; ensuite et grâce au réseau calculer les trajectoires et orbites des météoroïdes afin d'en retrouver les corps parents (comètes, astéroïdes).

**Nombre de personnes actuellement impliquées : 10**

**Échelle temporelle : 1**

## Matériel nécessaire

| A Minima   | Majoritairement utilisés |
|--|--------------------------|
| Caméra vidéo watec + objectif  |                          |
| Dazzle (convertisseur des données de la caméra vers le PC ou Grabber |                          |
| PC avec logiciel de détection (Ufocapture)                           |                          |
| Suite Logicielle pour analyse des données Ufoanalyzer                |                          |

**Compétences observationnelles :** Savoir orienter une caméra dans un champ pré déterminé – mise au point (focalisation du système).

**Compétences techniques/informatiques :** Maîtriser les logiciels de la suite SonotaCo Ufocapture , Ufoanalyzer , Ufoorbit

**Compétences scientifiques :** astronomique, scientifique, technique

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instru-<br>mentation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro      | ✓                           | ✓                               | ✓  |   | ✓                          | ✓                        | ✓                                 | ✓                 |
| Rôle des amateurs |                             |                                 |  | ✓   |                            |                          |                                   |                   |

**Publication:** A ce jour pas vraiment revue à comité de lecture mais une publication dans les Proceedings suite l'International Meteor Conference à Sibiu en 2011 (ref ISBN de la publication 978-2-87355-023-3)

**Manuel en ligne :** Forum « All Sky Camera France », liste de diffusion Yahoo « Reforme News

**Site Web:** N.C.

## REMARQUES AFA

**Extensions scientifiques possibles :** carte globale de pollution lumineuse

**Extension en nombre :** oui, importante. Potentiel de 100 à 500 écoles et lycées. Les caméras vidéos all Sky se développent. Grande facilité d'utilisation et d'acquisition pour les amateurs. L'intérêt est aussi de mutualiser les données de différent site pour analyser les trajectoires. Très bon exemple de collaboration amateurs et pro.

**Freins :** faire connaître l'opération. Coordination et formation

**Potentiel :** A développer.



# Observation des météores (essaims, bolides)

Coordination: ANTIER Karl



A. FUJII/Ciel et Espace Photos

- Surveillance de l'activité des essaims météoriques tout au long de l'année, ainsi que de l'activité météorique en général
- Utilisation de différents modes d'observation : visuel, radio, vidéo
- Enregistrements et collectes des témoignages concernant les observations de météores lumineux (bolides) et de rentrées atmosphériques
- Observations à l'œil nu : enregistrer tous les météores observés et leurs caractéristiques (horaire, trajectoire, magnitude, vitesse apparente, essaim d'origine, traînée persistante, couleur, fragmentation, etc.) pendant une plage de temps donnée. En combinant les observations réalisées partout dans le monde, essayer ainsi de réaliser des courbes d'activité météoriques 24h/24, 365 jours par an.
- Observations vidéo : installer des caméras plus ou moins grand champ pour détecter les météores et analyser leur trajectoire par recoupement de plusieurs caméras.
- Observations radio : enregistrer les réflexions radio sur les traînées ionisées de météores et comptages afin de déterminer l'activité météorique. Permet également d'étudier les hautes couches de l'atmosphère (ionosphère) et les phénomènes qui lui sont météoriquement liés. Analyses des déformations des traînées ionisées dans la haute atmosphère.

**Nombre de personnes actuellement impliquées : 100**

**Échelle temporelle :** Acquisition réparties dans le temps tout au long de l'année

## Matériel nécessaire

| A Minima   | Majoritairement utilisés |
|--|--------------------------|
| Observations visuelles :<br>Stylo, crayon, montre, lampe de poche  |                          |
| Observations vidéo :<br>CCD, objectif grand angle ou champ réduit, PC, logiciel de détection et d'analyse des météores enregistrés |                          |
| Observations radio :<br>Antenne de réception, PC, logiciel d'analyse des signaux reçus   |                          |

**Compétences observationnelles :** Faibles (connaissances du ciel, constellations, magnitudes, distance angulaires)

**Compétences informatiques :** Aucune

**Compétences scientifiques :** Faibles

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instrumen-<br>tation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro      | ✓                           | ✓                               | ✓  |   |                            | ✓                        | ✓                                 | ✓                 |
| Rôle des amateurs | ✓                           | ✓                               | ✓  | ✓   | ✓                          |                          |                                   | ✓                 |

**Publication:** WGN, Meteoritics & Planetary Science, etc

**Manuel en ligne:** N.C.

**Site Web:** IMO ([www.imo.net](http://www.imo.net)),

listes de diffusion meteorobs (<http://tech.groups.yahoo.com/group/meteorobs/>),

IMO\_News (<http://tech.groups.yahoo.com/group/imo-news/>)

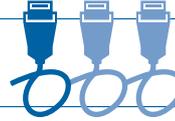
REFORME\_News ([http://fr.groups.yahoo.com/group/REFORME\\_News/](http://fr.groups.yahoo.com/group/REFORME_News/))

## REMARQUES AFA

**Extensions scientifiques possibles :**

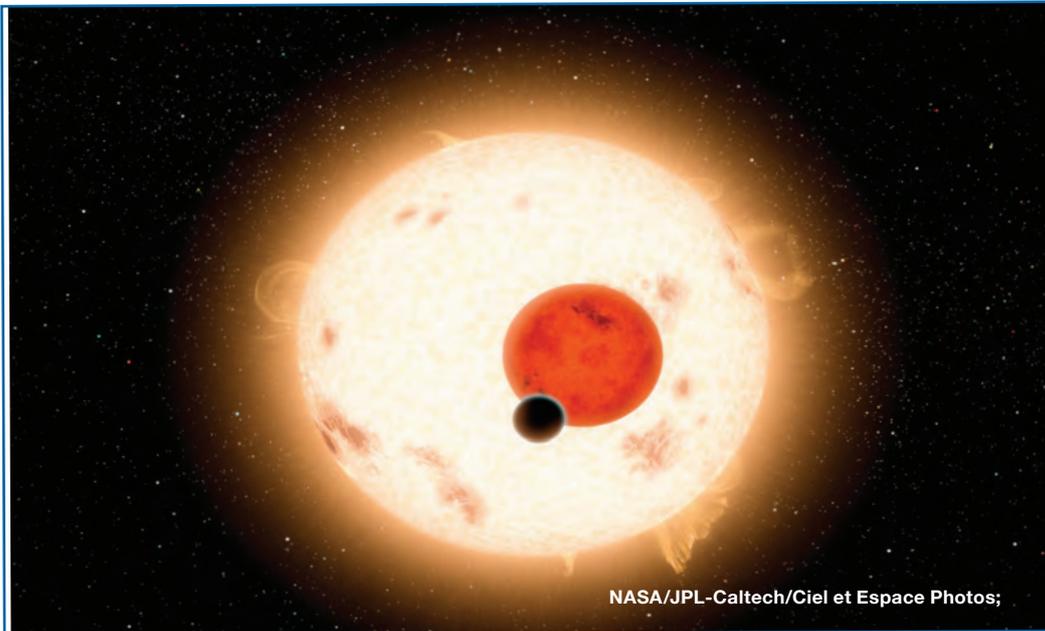
**Extension en nombre :** Encore un très bon exemple de collaboration amateurs pro. Aucun moyen matériel nécessaire, purement amateur. Il faut développer cette manip pour les principaux essais météoriques.

**Potentiel :** important



# Planètes extrasolaires

Coordination: SANTERNE Alexandre



Ce programme est axé sur les exoplanètes en transit. Il consiste en particulier à ré-observer en spectroscopie les candidats élus par les missions spatiales CoRoT et Kepler afin d'établir la nature planétaire de ces candidats et de mesurer la masse et l'orbite des planètes.

**Nombre de personnes actuellement impliquées : 4**

**Échelle temporelle : 1**

## Matériel nécessaire

| A Minima  | Majoritairement utilisés                          |
|---|---|
| Télescope D >= 20 cm                              | Télescope D ~ 30 cm                               |
| Monture équatoriale                               | Monture équatoriale                               |
| Caméra CCD  | Caméra CCD  |
|   | Autoguidage                                       |
| Filtre large bande                                | Filtre large bande : sloan r'                     |
| Logiciel de traitement : Muniwin, Calaphot, Prism | Logiciel de traitement : Muniwin, Calaphot, Prism |

**Compétences observationnelles :** Maîtrise complète de son instrument : pointage, autoguidage, acquisition CCD, ...

**Compétences techniques/informatiques :** Savoir cliquer sur les bons boutons de Muniwin (voir tuto de JLD, C&E n°498, p82/83)

**Compétences scientifiques :** Très peu. Pas plus que les compétences nécessaires pour la maîtrise de son instrument

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instrumen-<br>tation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro      | ✓                           | ✓                               | ✓  |   |                            | ✓                        | ✓                                 | ✓                 |
| Rôle des amateurs |                             | ✓                               | ✓  | ✓   | ✓                          | ✓                        |                                   | ✓                 |

**Publication:** A ce jour pas vraiment revue à comité de lecture mais une publication dans les Proceedings suite l'International Meteor Conference à Sibiu en 2011 (ref ISBN de la publication 978-2-87355-023-3)

**Manuel en ligne :** Une liste de diffusion française. Peine à démarrer. Nombre de participants trop faible...

**Site Web:** N.C.

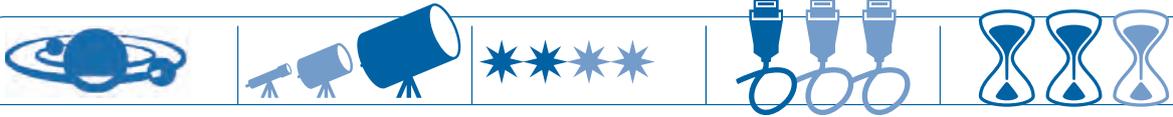
## REMARQUES AFA

**Extensions scientifiques possibles :** autres activités de photométrie précise

**Extension en nombre :** relativement faible car le niveau en astronomie est élevé

**Potentiel :** > 10000 instrments et 500+ observateurs

**Freins :** niveau technique et besoin de formation



# Détection des flashes lunaires

Coordination: BOULEY Sylvain



Après les premières observations amateurs en 99-2001, des programmes ont été mis en place aux USA et au Japon et en France depuis 2010, dans le but de comprendre la nature du phénomène (après avoir établi sa fréquence et de ses localisations).

Observation en continu de la lumière cendrée soit 10 jours/mois de part et d'autre de la PL. Soit 30 h/mois compte-tenu des couchers précoces et levers tardifs.

Filmer la lune en continu avec télescope à courte focale doté d'une caméra dans un champ de 30/20'.

Analyser en continu avec surveillance moniteur, et traitement par logiciel ad hoc.

**Nombre de personnes actuellement impliquées : 10**

**Échelle temporelle : 2**

## Matériel nécessaire

| A Minima                                      | Majoritairement utilisés |
|---|--------------------------|
| Tel 15 – 20 cm Newton                         | C14 + hyperstar          |
| Camera courte focale 80cm                     |                          |
| Logiciel Ufocapture (temps réel) ou Lunarscan |                          |

**Compétences observationnelles :** Maîtrise du télescope. Mise en station et prise de vue

**Compétences techniques/informatiques :** Maîtrise du logiciel

**Compétences scientifiques :** astronomique, scientifique, technique

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instru-<br>mentation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro      | ✓                           | ✓                               | ✓  |   |                            | ✓                        | ✓                                 | ✓                 |
| Rôle des amateurs |                             |                                 | ✓  | ✓   | ✓                          |                          |                                   |                   |

**Publication:** IRACUS , article dans ciel et espace, l'astronomie...

**Manuel en ligne :** Forum « All Sky Camera France », liste de diffusion Yahoo « Reforme News

**Site Web:** N.C.

## REMARQUES AFA

**Extensions scientifiques possibles :** détection d'impacts sur Jupiter

**Extension en nombre :** plus de 10 000 instruments disponibles. Surveillance facile si elle est automatisée. Nécessité d'avoir un bon site pour une surveillance continue. Prévoir du remote pour les amateurs en métropole. Un peu particulier pour le développement amateur.

**Freins :** Absence d'un système centralisé de collecte des données, de coordination et manque d'information au niveau des collèges et des lycées.

**Potentiel :** important.



# Etoiles Be

Coordination: COCHARD François



L'objectif principal est d'effectuer un suivi temporel en spectroscopie des 300 étoiles de type Be de magnitude inférieure à 8 dans l'hémisphère nord. Le principe est d'obtenir le meilleur échantillonnage temporel de ces mesures à des fins statistiques et d'analyse d'événements précoces. Un second objectif est de détecter les phases actives (outbursts) de ces étoiles et de tenter d'en comprendre le mécanisme.

Spectro haute résolution des Be pour résolution des profils de raies.

Les observations sont conduites selon un protocole précis et bien documenté afin de produire un spectre dans un format de données standard ET accompagné des documentations et informations nécessaire à son exploitation scientifique ultérieure.

L'intégralité des mesures vient alimenter un base de données nommée BeSS

**Nombre de personnes actuellement impliquées : 50**

**Échelle temporelle : 3**

## Matériel nécessaire

| A Minima                               | Majoritairement utilisés |
|--|--------------------------|
| T diamètre indéterminé                 |                          |
| Spectro résolution > 10 000            |                          |
| Caméra CCD + caméra de guidage         |                          |
| Logiciel d'acquisition                 |                          |
| Logiciel de correction de données ISIS |                          |

**Compétences observationnelles :** Maîtrise du télescope, prise de vue CCD, utilisation du spectro

**Compétences techniques/informatiques :** Maîtriser les logiciels : L'utilisation des logiciels de prétraitement et de réduction de données

**Compétences scientifiques :** astronomique, scientifique, technique

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instrumen-<br>tation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro      |                             |                                 |  | ✓   |                            |                          | ✓                                 | ✓                 |
| Rôle des amateurs | ✓                           | ✓                               | ✓  | ✓   | ✓                          |                          | ✓                                 | ✓                 |

**Publication:** N.C.

**Manuel en ligne :** Stages de spectro à l'OHP par Audes

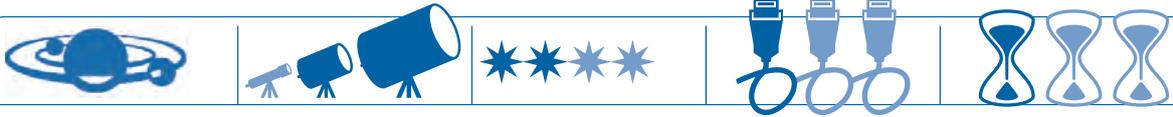
**Site Web:** Au travers de la liste spectro-L

## REMARQUES AFA

**Extensions scientifiques possibles :** autres types d'étoiles éruptives, évolution des nébuleuses planétaires.

**Extension en nombre :** environ 1 000 spectro disponibles en France.

**Freins :** besoin de coordination, de formation.



# Mesure de l'unité astronomique

Coordination: BODIN Bruno



Mesure de l'unité astronomique, via l'observation de l'astéroïde Eros (433): reconstruction de son orbite et mesure de parallaxe.

Relevés astrométriques de la position de (433) Eros. Acquisition d'image, par moyens amateurs et professionnels (TAROT). Images permettant par traitement astrométrique des relevés de position d'Eros

**Nombre de personnes actuellement impliquées : 3**

**Échelle temporelle :** quelque mois (octobre 2011 – février 2012)

## Matériel nécessaire

| A Minima  | Majoritairement utilisés |
|---|--------------------------|
| Lunette FLT 110 + ST 8                            | Telescopes TAROT         |
| C8 + APN  |                          |
| C14 + ST7 (les Makes)                             |                          |
| Audela, Iris, logiciels développés spécifiquement |                          |

**Compétences observationnelles :** savoir faire une image en maîtrisant la focalisation et le temps de pose pour ne pas saturer l'objet visé

**Compétences techniques/informatiques :** pour une bonne interprétation des résultats des compétences en mécanique céleste sont indispensables.

Maîtriser les logiciels de la suite Développement C++ (uniquement dans la phase d'analyse car le logiciel utilisé évolue en permanence)

**Compétences scientifiques :** astronomique, scientifique, technique

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instrumen-<br>tation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro      |                             |                                 |  | ✓   |                            |                          |                                   |                   |
| Rôle des amateurs | ✓                           | ✓                               | ✓  |   | ✓                          | ✓                        | ✓                                 | ✓                 |

**Publication:** A ce jour pas vraiment revue à comité de lecture mais une publication dans les Procédés suite l'International Meteor Conference à Sibiu en 2011 (ref ISBN de la publication 978-2-87355-023-3)

**Manuel en ligne :** N.C.

**Site Web:** <http://experiencesaphelie.wordpress.com/>

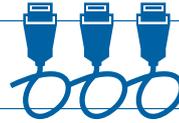
## REMARQUES AFA

**Extensions scientifiques possibles :** peut être renouvelée à but pédagogique avec d'autres gros astéroïdes.

**Extension en nombre :** non, il s'agissait d'une campagne ponctuelle et terminée.

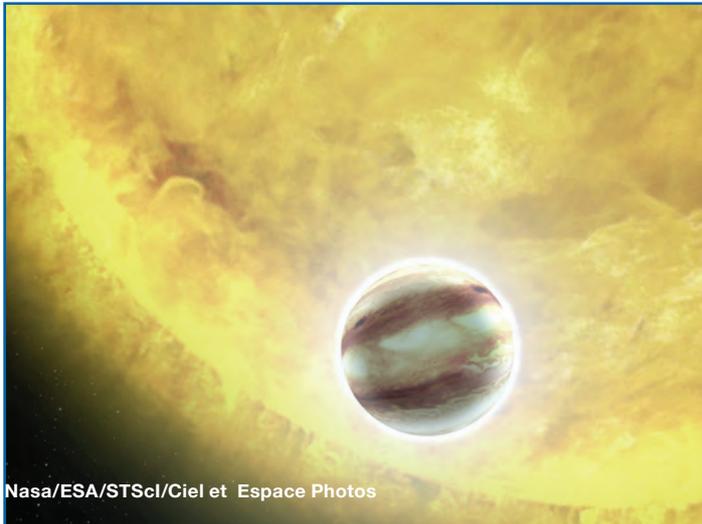
**Freins :** opération événementielle donc difficilement reproductible sauf à observer un autre gros astéroïde

**Potentiel :**



# Observations d'exoplanètes par la méthode des transits

Coordination: MOUTOU Claire



Observer des exoplanètes connues afin de caractériser les systèmes.

Eventuellement rechercher par les transits des planètes découvertes par vitesses radiales.

L'observation consiste à effectuer une photométrie très précise (mieux que 1%) sur plusieurs heures de certaines exoplanètes. Les dates sont choisies en fonction des éphémérides de transit de ces planètes devant leurs étoiles.

Cette observation nécessite l'utilisation de filtres de référence et des mesures de photométrie relative (courbes de référence à soustraire de la courbe de l'étoile).

**Nombre de personnes actuellement impliquées : 13**

**Échelle temporelle :** Plusieurs heures lors de campagnes bien définies dans le temps

## Matériel nécessaire

| A Minima                | Majoritairement utilisés    |
|-------------------------|-----------------------------|
| T 200 + filtre          | Souvent plus gros diamètres |
| Caméra CCD précise      |                             |
| Logiciels de traitement |                             |

**Compétences observationnelles :** Maîtrise de l'instrument – mise en station.

Prise de vue CCD, Maîtrise du pointage précis d'un instrument, Astrométrie

**Compétences techniques/informatiques :** Logiciels de réduction et traitement

**Compétences scientifiques :** Compréhension des concepts liés à la photométrie

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instrumen-<br>tation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro      | ✓                           | ✓                               |  |   |                            | ✓                        | ✓                                 | ✓                 |
| Rôle des amateurs |                             |                                 |  | ✓   | ✓                          | ✓                        |                                   |                   |

**Publication:** A ce jour pas vraiment revue à comité de lecture mais une publication dans les Proceedings suite l'International Meteor Conference à Sibiu en 2011 (ref ISBN de la publication 978-2-87355-023-3)

**Manuel en ligne :** Alexandre Santerne a mis une liste de bonnes pratiques sur des forums.

Intervention à l'école Pro-Am de La Rochelle 2012

**Site Web:** Yahooogroup.

Maquette de site web en cours.

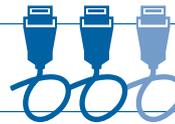
## REMARQUES AFA

**Extensions scientifiques possibles :** photométrie stellaire, observation est astéroïdes trans-neptuniens (TNO)

**Extension en nombre :** nombre d'instruments élevé, compétences plus rares. Pourquoi pas ? Il me semble cependant que ces mesures seront difficilement réalisables sur la plupart des « sites amateurs », donc collaboration difficile avec les pros à notre avis.

**Freins :** complexité de la mesure

**Potentiel :**



# Surveillance et redécouverte des comètes

Coordination: SOULIER Jean François

A. FUJII/ Ciel et Espace Photos



- 1 – Astrométrie des comètes et phénomènes transitoires. Ajustements d'orbites.
- 2 – Redécouverte de comètes périodiques
- 3 – Mesure des taux de poussières

**Cette opération concerne en priorité les sites référencés Minor Planet Center :**

Observations et imagerie CCD

**Astrométrie :** temps de pose et mesures de position.

**Poussière :** imagerie avec filtre rouge ou IR et astrométrie

**Dans le cas des redécouvertes :** grand nombre d'images et registration, magnitude estimée

**Nombre de personnes actuellement impliquées :** 8

**Échelle temporelle :** plusieurs années

## Matériel nécessaire

| A Minima                              | Majoritairement utilisés |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Tous diamètres de T                   | T 350                    |
| Caméra CCD + Filtre                   |                          |
| Logiciels d'acquisition et traitement |                          |
| Logiciel d'astrométrie et M2          |                          |

**Compétences observationnelles :** Maîtrise du télescope, prise de vue CCD.

Capacité d'estimation des magnitudes visuelles.

**Compétences techniques/informatiques :** Logiciels ad hoc.

**Compétences scientifiques :** bien connaître le domaine cométaire

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instrumen-<br>tation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro      |                             |                                 |  |   |                            | ✓                        | ✓                                 | ✓                 |
| Rôle des amateurs | ✓                           | ✓                               |  | ✓   | ✓                          | ✓                        |                                   | ✓                 |

**Publication:** N.C.

**Manuel en ligne:** N.C.

**Site Web:** Yahoogroup

## REMARQUES AFA

**Extensions scientifiques possibles :** surveillance des astéroïdes, étoiles variables.

**Extension en nombre :** Oui pour les amateurs qui représentent un complément de recherche avec Linear. A développer bien sûr en collaboration avec les pros même avec peu de moyen matériel. Plus de 10 000 instruments disponibles.

**Freins :** faire connaître l'existence de l'opération, coordination.



# Binaires à éclipses

## Connaître les heures des minima (et les maxima)

Coordination: CORP Laurent



Effectuer une multitude d'images CCD d'étoiles binaires à éclipses afin de déterminer des séries temporelles permettant de construire des courbes de lumière.

Réaliser des courbes de lumière sous forme de fichiers donnant les informations temporelles et lumineuses sur chaque saisie.

Les amateurs réalisent tout le protocole.

**Nombre de personnes actuellement impliquées : 5**

### Échelle temporelle :

- 1 – Prédiction (logiciels et catalogues, recoupement).
- 2 – Observation d'une étoile pendant 4 h mini.
- 3 – Réduction des données (logiciels)

## Matériel nécessaire

| A Minima                         | Majoritairement utilisés |
|----------------------------------|--------------------------|
| Télé de 50 au T                  |                          |
| Cam CCD + filtres photométriques |                          |
| Logiciels de traitement          |                          |

**Compétences observationnelles :** En astronomie, techniques d'observation, expert en instrument, maîtrise CCD

**Compétences techniques/informatiques :** Logiciels de photométrie

**Compétences scientifiques :**

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instrumen-<br>tation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro      | ✓                           | ✓                               | ✓  |   |                            | ✓                        | ✓                                 | ✓                 |
| Rôle des amateurs | ✓                           | ✓                               | ✓  | ✓   | ✓                          | ✓                        |                                   | ✓                 |

**Publication:** N.C.

**Manuel en ligne :** Livre « Observing and measuring double stars »

**Site Web:** liste du Geos

## REMARQUES AFA

**Extensions scientifiques possibles :** photométrie, astrométrie des astéroïdes

**Extension en nombre :** plus de 50 000 instruments disponibles

**Freins :** connaissance de l'opération, coordination, Nécessité de renouveler le centre d'intérêt des ces observations. L'amateur sera-t-il motivé ?

**Potentiel :**



# RR Lyrae

## Recherche des maxima

Coordination: CORP Laurent



Effectuer une multitude d'images CCD d'étoiles binaires à éclipses afin de déterminer des séries temporelles permettant de construire des courbes de lumière.

Réaliser des courbes de lumière sous forme de fichiers donnant les informations temporaires et lumineuses sur chaque saisie.

Les amateurs réalisent tout le protocole

**Nombre de personnes actuellement impliquées : 5**

### Échelle temporelle :

- 1 – Prédiction (logiciels et catalogues, recoupement).
- 2 – Observation d'une étoile pendant 4 h mini.
- 3 – Réduction des données (logiciels)

## Matériel nécessaire

| A Minima                         | Majoritairement utilisés |
|----------------------------------|--------------------------|
| Télé de 50 au T                  |                          |
| Cam CCD + filtres photométriques |                          |
| Logiciels de traitement          |                          |

**Compétences observationnelles :** En astronomie, techniques d'observation, expert en instrument, maîtrise CCD

**Compétences techniques/informatiques :** Logiciels de photométrie

**Compétences scientifiques :**

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instrumen-<br>tation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro      | ✓                           | ✓                               | ✓  | ✓   | ✓                          | ✓                        |                                   | ✓                 |
| Rôle des amateurs | ✓                           | ✓                               | ✓  |   |                            | ✓                        | ✓                                 | ✓                 |

**Publication:** N.C.

**Manuel en ligne :** Oui, livre « Observing and measuring double stars »

**Site Web:** liste du Geos

## REMARQUES AFA

**Extensions scientifiques possibles :** photométrie, astrométrie des astéroïdes

**Extension en nombre :** plus de 50 000 instruments disponibles

**Freins :** connaissance de l'opération, coordination. Intérêts pédagogiques. Réservé aux écoles peut être.



# Météores

Observation du ciel en continu par caméra,  
et détection des météores

Coordination: VAUBAILLON Jérémie



Filmer le ciel en continu avec une caméra couplée à un logiciel (Ufocapture) de détection et d'envoi des données ([www.boam.fr](http://www.boam.fr)).

La coordination des positions de caméras permet l'astrométrie précise. Images et vidéos + fichiers Excel donnant les ascensions droites et déclinaisons.

**Nombre de personnes actuellement impliquées : 20**

**Échelle temporelle : continu**

## Matériel nécessaire

| A Minima               | Majoritairement utilisés |
|------------------------|--------------------------|
| Caméra de surveillance |                          |
| Logiciel               |                          |
| Connexion Internet (!) |                          |

**Compétences observationnelles :** aucune

**Compétences techniques/informatiques :** Le Logiciel

**Compétences scientifiques :** Des bases de repérage spatial

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instru-<br>mentation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro      |                             |                                 |  |   |                            | ✓                        | ✓                                 | ✓                 |
| Rôle des amateurs | ✓                           | ✓                               |  | ✓   | ✓                          |                          |                                   | ✓                 |

**Publication:** Oui A. Leroy a publié sur l'ensemble dispositif + résultats.

**Manuel en ligne :** N.C.

**Site Web:** REFORM ([www.reform-meteor.net](http://www.reform-meteor.net))

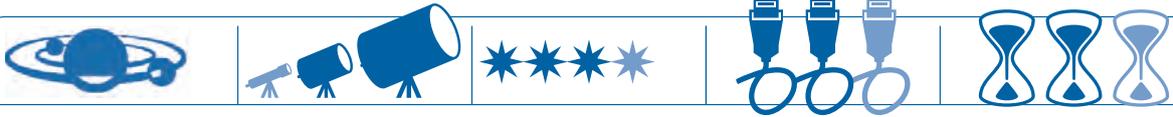
## REMARQUES AFA

**Extensions scientifiques possibles :** cartographie de la luminosité du ciel, pollution lumineuse

**Extension en nombre :** tous collèges et lycées français, observation réalisable par de nombreux amateurs. Collaborations intéressantes avec les pros pour les analyses. Peut être développé.

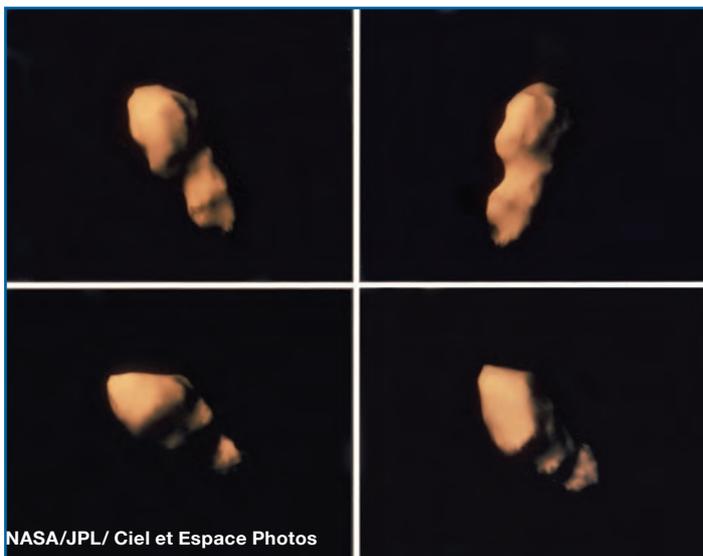
**Potentiel :** important

**Freins :** coût d'un équipement spécifique, coordination, mise en place d'une base de données centralisé



# Courbes de lumière des astéroïdes

Coordination: CARRY Benoît / BERNASCONI Laurent



Il s'agit, à partir d'un nombre important de courbes de lumière et d'éventuelles données d'occultation, de déterminer un modèle 3D des astéroïdes observés. L'objectif ultime étant de déterminer la densité de ceux-ci qui permet de remonter à leur masse.

Cette caractéristique physique (la densité) est très mal connue pour les astéroïdes, elle sera déterminée pour deux cents d'entre eux par la mission Gaia.

A partir d'un grand nombre de mesures, il s'agit de déterminer :

- la courbe de lumière de l'objet ;
- la taille de l'objet en cas d'occultation ;
- l'albedo à partir des deux mesures précédentes (ce qui permet de déduire la nature et la composition de l'astéroïde) ;
- au final la densité de l'objet qui est assez délicate à obtenir. La densité permet d'accéder à la structure physique de l'objet : monolithique (densité élevée) ou fragmenté (densité faible) ;
- Avec suffisamment de courbes, on établit des images 3D des astéroïdes. En cas d'occultation, on trouve la taille en mélangeant les courbes de lumière et les occultations. Modèle 3D, calcul de l'albedo, donc nature et composition. But ultime, la densité des objets ce qui est compliqué et important.

La densité permet de savoir la structure de l'astéroïde : monolithique (densité forte), ou fragmenté (densité faible).

A noter l'existence d'un programme complémentaire de recherches des astéroïdes doubles à partir des données photométriques, 15 à 20 % des astéroïdes étant doubles. Cette partie du programme est coordonnée par Laurent Bernasconi qui transmet les données au centralisateur européen Petr Pravec.

**Nombre de personnes actuellement impliquées : 10**

**Échelle temporelle : 10 ans**

## Matériel nécessaire

| A Minima    | Majoritairement utilisés |
|-------------|--------------------------|
| Caméra CCD  |                          |
| T200 - T300 |                          |

**Compétences observationnelles :** pointage précis d'un instrument, méthodes de photométrie

**Compétences techniques/informatiques :** utilisation d'un logiciel d'acquisition d'images et de traitement photométrique.

**Compétences scientifiques :**

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instrumen-<br>tation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro      | ✓                           | ✓                               |  |   |                            | ✓                        | ✓                                 | ✓                 |
| Rôle des amateurs | ✓                           | ✓                               | ✓  | ✓   | ✓                          | ✓                        |                                   |                   |

**Publication:** oui sur le sujet connexe des astéroïdes doubles

**Manuel en ligne :** N.C.

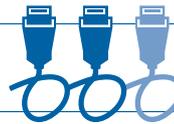
**Site Web:** Liste de diffusion AUDE

## REMARQUES AFA

**Extensions scientifiques possibles :** étoiles variables

**Extension en nombre :** > 5 000 instruments. Collaboration indispensable amateurs pro pour multiplier les mesures avec un setup bien formaté.

**Potentiel :** faire connaître l'opération, coordination



# Impacts d'astéroïdes sur Jupiter

Coordination: COLAS François



NASA/JPL/ Ciel et Espace Photos

Datation des surfaces planétaires par mesure du taux actuel d'impacts sur Jupiter pour recalibrer la fonction « impacts » dans le modèle type SS.

1 objet/an détecté en moyenne sur Jupiter !

**Nombre de personnes actuellement impliquées : 5**

**Échelle temporelle : plusieurs années**

## Matériel nécessaire

| A Minima   | Majoritairement utilisés |
|------------|--------------------------|
| Caméra DMK |                          |
| T200       |                          |

**Compétences observationnelles :** pointage précis d'un instrument, acquisition de flux vidéo

**Compétences techniques/informatiques :** utilisation d'un logiciel adapté au traitement d'images vidéo dans le but d'obtenir une image haute définition

**Compétences scientifiques :** faibles

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instrumen-<br>tation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro      | ✓                           | ✓                               | ✓  |   |                            |                          | ✓                                 | ✓                 |
| Rôle des amateurs |                             |                                 |  | ✓   | ✓                          | ✓                        |                                   | ✓                 |

**Publication:** oui lors de chaque impact

**Manuel en ligne :** N.C.

**Site Web:** N.C.

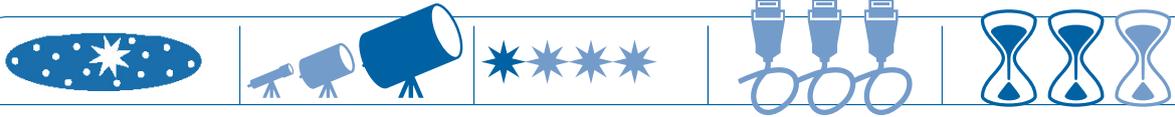
## REMARQUES AFA

**Extensions scientifiques possibles :** observation de Saturne, impacts lunaires

**Extension en nombre :** assez facilement vu la disponibilité des outils nécessaires

**Potentiel :** Demande peu de moyen matériel. Expérience intéressante pour tout amateur. Info de la manip à développer auprès des amateurs.

**Freins :** faire connaître l'opération



# Observation d'étoiles variables

Coordination: PROUST Dominique



Observations de plusieurs types de variables, ayant des variations de luminosité d'une amplitude supérieure à une magnitude. Les étoiles cibles sont de différents types : Mira, semi régulières, apériodiques, éruptives ainsi que des novae et supernovae.

On cherche la cause des variations dans le contexte de l'évolution des étoiles. A noter que c'est sans doute le programme collaboratif le plus ancien encore en activité (1920).

**Nombre de personnes actuellement impliquées : 50**

**Échelle temporelle : plusieurs années**

## Matériel nécessaire

| A Minima | Majoritairement utilisés |
|----------|--------------------------|
| Jumelles | T 150                    |

**Compétences observationnelles :** comparaison visuelle de magnitudes

**Compétences techniques/informatiques :** éventuellement utilisation d'un outil de photométrie.

**Compétences scientifiques :** faibles

## Phases d'implication des amateurs

|                   | 1<br>conception<br>générale | 2<br>définition du<br>protocole | 3<br>adaptation<br>de l'instru-<br>mentation | 4<br>acquisition<br>et instrumen-<br>tation | 5<br>premier<br>traitement | 6<br>traitement<br>final | 7<br>conclusions<br>scientifiques | 8<br>publications |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rôle des pro      |                             |                                 |  |   |                            |                          | ✓                                 | ✓                 |
| Rôle des amateurs | ✓                           | ✓                               | ✓  | ✓   | ✓                          | ✓                        |                                   |                   |

**Publication:** Contributions aux revues étrangères de l'AVSO. Astronomy & Astrophysics

**Manuel en ligne :** N.C.

**Site Web :** N.C.

## REMARQUES AFA

**Extensions scientifiques possibles :** photométrie et astrométrie des astéroïdes

**Extension en nombre :** Facilité et rapidité de mesure par des amateurs avec l'expérience. Motivation des amateurs pour faire un suivi régulier semble beaucoup plus difficile.

**Freins :** formation, motivation des observateurs potentiels

**Potentiel :** > 10 000 instruments

## BIBLIOGRAPHIE

Bauer A. & Thubé F. [Coord.] (2011). Sciences participatives et biodiversité ; implication du public, portée éducative et pratiques pédagogiques associées. Les livrets de l'Ifree (n° 2), Villiers en Bois (79), 108p.

Repéré en ligne à [http://ifree.asso.fr/UserFiles/Livret\\_Ifree\\_n2\\_Sc-participatives\\_Coul.pdf](http://ifree.asso.fr/UserFiles/Livret_Ifree_n2_Sc-participatives_Coul.pdf)

Bœuf G., Allain Y.-M. Bouvier M. (2011), L'apport des sciences participatives à la connaissance de la biodiversité. Rapport remis à la ministre de l'Écologie, Chantal Jouanno. MNHN, Paris, 29 p.

Repéré en ligne à [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport\\_Sciences\\_participatives\\_2012.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_Sciences_participatives_2012.pdf)

Cariou J.-Y. (2002). « La formation de l'esprit scientifique, trois axes théoriques, un outil pratique : diphtheric ». Biologie-Géologie, n° 2-2002, apgb, 2002.

Dunlop S. & Gerbaldi M. (1987) Stargazers. The Contribution of Amateurs to Astronomy, Proceedings of IAU Colloq. 98, 20-24 June, 1987. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York.

Giordan A. (1976), thèse de doctorat, extraits publiés dans : Giordan A. (1978). Une pédagogie pour les sciences expérimentales, Paris, Centurion.

Las Vergnas O. (2011) «Pratiques " amateurs " en astronomie et transgression de la catégorisation scolaire entre scientifiques et non scientifiques», Alliage, Culture - science - technique, octobre 2011 n°69, pp 39-55.

Repéré en ligne à <http://revel.unice.fr/alliage/index.html?id=3266>

Las Vergnas, O., Gautier G.-H. & Piednoel, E. (2010). «Loisir aérospatial et astronomique : la saga de l'Association nationale des clubs scientifiques II. de 1975 à 2000, La revue pour l'histoire du CNRS, 2010 automne - hiver n°27-28, pp 42-51

Mousis O. Hueso R., Beaulieu J.-P. & al. (2013 submitted). "Instrumental Methods for Professional and Amateur Collaborations in Planetary Astronomy" Paper submitted to Experimental Astronomy, Journal edited by Springer Netherland.

Repéré en ligne à <http://www.fichier-pdf.fr/2013/04/26/ea-submitted/ea-submitted.pdf>

Piednoel E. & Las Vergnas O. [coord.], (2011). Communications du colloque « astronomie et sciences participatives » Jussieu, 1 et 2 octobre 2011. LPNHE et Association française d'astronomie, Paris.

Repéré en en ligne à <http://www.afanet.fr/festival/Colloque2.aspx>

Storup B., Millot G. & Neubauer C. [coord.] (2013). La recherche participative comme mode production de savoirs. Un état des lieux des pratiques en France. Rapport de la Fondation Sciences citoyennes à la demande de la Fondation de France, Paris, 91 p.

repéré en ligne à [http://sciencescitoyennes.org/wp-content/uploads/2013/05/FSC-recherche\\_participative-FdF.pdf](http://sciencescitoyennes.org/wp-content/uploads/2013/05/FSC-recherche_participative-FdF.pdf)

Valls-Gabaud, D. [editor] (2009). The Role of astronomy in society and Culture. Proceedings of the IAU Symposium 260. 19-23 janvier 2009. Paris. Unesco, Cambridge, CUP

### **Webographie complémentaire :**

Journées Pro-Am de La Rochelle (organisées par le CNRS et l'association AUDE), cf pour 2009 l'annonce à <http://www.astrosurf.com/buil/rochelle2009/annonce.htm> et pour 2006, les actes à <http://www.astrosurf.com/thizy/rochelle2006/rochelle2006.htm>

Forums des Rencontres du Ciel et de l'Espace

Cf pour 2012 <http://www.afanet.fr/RCE/minutes2012.aspx>

Une liste des collaborations amateurs-pros maintenue à jour par le Club Eclipse : [http://www.astrosurf.com/club\\_eclipse/associatif/amateurs-pros/ampro.html](http://www.astrosurf.com/club_eclipse/associatif/amateurs-pros/ampro.html)