

# L'Astronomie à l'ère du Big Data

**Aujourd'hui, avec l'émergence et le développement des outils numériques, nous pouvons observer parallèlement l'évolution des pratiques participatives. En effet, dans le domaine de l'astronomie, cette approche collaborative semble avoir pris une telle ampleur qu'elle en est devenue indispensable. Les astronomes professionnels ont grandement besoin des amateurs pour les aider à analyser les nombreuses données qui découlent de leurs recherches. Mais cette collaboration entre professionnels et amateurs est-elle réelle, voulue et efficace ?**

**L'**astronomie vit son heure de gloire. Il y a seulement dix ans, on croyait que l'évolution phénoménale des télescopes professionnels allait fermer toutes les portes aux astronomes amateurs pour se distinguer. Ces derniers ne pourront désormais que se contenter d'admirer les vieux catalogues et apprécier les beaux anneaux de Saturne. Ainsi, devant des projets énormes abritant des outils à la pointe de la technologie et des détecteurs ultra sensibles qui affichent des prix à six digits, s'équiper comme un 'pro' est devenu très difficile et coûteux. Sauf que ces amateurs n'ont plus les mêmes outils d'il y a vingt ans. Ce même développement technique a aussi joué en leur faveur. Ils peuvent désormais s'équiper pour quelques centaines d'euros d'un matériel qui coûtait dix fois plus dans le passé. Certains même développent leurs propres techniques, outils, construisent leurs observatoires et s'équipent de détecteurs qui ne sortaient jusque là des portes des grands observatoires.

**Les plus grands observatoires au monde**, qui ne cessent de se multiplier ici sur terre ou dans l'espace, et qui observent sur des gammes multiples de rayonnement, inondent les bureaux des professionnels d'images et d'informations. Des centaines de millions de données sont à traiter pour y dénicher des découvertes plus ou moins surprenantes, mais ces derniers ne peuvent les étudier au vu de la quantité impressionnante de données. On fait donc appel aux internautes, aux amateurs, aux passionnés, qui ont failli



Aujourd'hui, on trouve un grand nombre d'applications permettant d'analyser les données astronomiques.

croire que l'âge des chasseurs des astres est révolu. Aujourd'hui, plusieurs sites proposent aux internautes la possibilité

d'analyser les données et les images des plus grands télescopes au monde, citant par exemple: Zooniverse, [SETI@home](mailto:SETI@home), BOINC, le Centre de Données Astronomiques de Strasbourg (CDS). Un simple tutoriel vous est présenté au début afin d'apprendre des méthodes, et les objets recherchés. On vous l'explique par des images, de simples indications: pas d'équations, pas de graphiques aux échelles logarithmiques, rien ! Aucun niveau n'est d'ailleurs requis pour se

## La collaboration : l'essence de l'astronomie

Le concept de science participative connaît ses débuts en 1900 en Amérique du Nord et est initié par la fondation Audubon. Dès lors, d'autres projets d'acquisition de données voient le jour notamment en Amérique du Nord puis cette pratique s'élargit un peu partout dans le monde à partir de 1988. Cependant, en matière d'astronomie, la collaboration a toujours été d'actualité. En effet, depuis la naissance de cette discipline, aux moyens de différents outils tels que les télescopes, radiotélescopes, satellites et bien d'autres machines informatiques l'Homme s'attelle à explorer et découvrir ce vaste univers: les planètes et leurs satellites, le Soleil, les comètes, etc. De l'immensité de l'objet de l'étude se déduit l'immensité des données à analyser et donc la nécessité de recourir au public pour nous aider à analyser ces données. Ainsi, l'arrivée du Big data permet une démocratisation des données de l'astronomie un peu partout dans le monde et aujourd'hui cette pratique ne cesse de prendre de l'ampleur.

lancer dans une telle aventure : la motivation vous suffit ! Le traitement sera bien évidemment soumis à une analyse en amont. Les participants les plus chevronnés vont même superviser les autres sur des forums.

“ Autfois, il n'y avait que des astronomes amateurs. ”

**L'astronomie a toujours été participative**, collaborative. C'est l'une des sciences où le partage des données est un élément essentiel et ce depuis longtemps: «Autfois, il n'y avait que des astronomes amateurs, il faut attendre 1667 et Louis XIV qui crée un observatoire professionnel » nous le souligne J.E.ARLLOT, astronome à l'observatoire de Paris. Pendant des siècles, la donnée astronomique circulait dans des lettres, des livres, des publications et aujourd'hui le Big-Data prend le dessus. La quantité de données qu'on échange en quelques secondes dépasse ce qui a été échangé depuis des siècles. Qui prend donc soin de ces gigantesques quantités de données ? Les gens ordinaires ! répondent les scientifiques : « l'attrait de l'astronomie participative, c'est la masse » affirme Benoît CARRY, astronome, chercheur à l'agence spatiale européenne (ESA). Le cerveau humain est plus doué pour détecter les anomalies, les formes non régulières et les signaux étranges, et c'est tout à fait ce dont les astronomes ont besoin. Bilan de l'opération, on ne paye plus pour des superordinateurs qui exécutent des algorithmes hyper développés, on dépense moins d'énergie et c'est plus efficace ! L'initiative des organisations comme Zooniverse et BOINC prend de l'élan et les professionnels sont plutôt satisfaits. On compte d'ailleurs des centaines de participants par heure en moyenne pour

divers programmes qui proposent ces portails collaboratifs. Depuis la création du portail Zooniverse en 2009, ce dernier compte plus de 1 millions de volontaires, et il a donné naissance à la publication de plus de soixante dix articles scientifiques.

“ Les autres sciences suivent le modèle et se lancent dans l'aventure. ”

**Un océan d'aventures**, on n'imaginait pas qu'il y avait autant d'expériences : classer les galaxies, observer l'évolution de la surface du Soleil, chercher des signaux extraterrestres ou bien surveiller l'évolution des glaciers dans les pôles ou encore traquer les astéroïdes dans le système solaire. Les autres sciences suivent le modèle et se lancent dans l'aventure. Des projets en biologie, en sciences sociales et même en histoire sont lancés sur Zooniverse. La science se démocratise, on découvre qu'une simple entité sociale peut contribuer à la grande aventure de la science.

“ Quand on veut collaborer avec des professionnels, il faut le faire dans un domaine très précis, puisque l'investissement est quand même important. ”

**Et les astronomes amateurs (classiques) dans tout ça ?** Les astras comme on les surnomme pratiquent l'astronomie avec leurs propres outils, et certains n'hésitent

pas à dépenser des milliers d'euros pour un matériel qui n'atteint pas certes, la performance des télescopes professionnels mais qui fait surprendre de temps à autre avec des découvertes inattendues. Ces groupes de passionnés, on les a rencontrés aux Rencontres Astronomiques du Printemps, le plus grand rassemblement d'astronomes amateurs en France. Ils sont à cette occasion ravis de la révolution internet, ils affirment toutefois la dissociation entre "l'astro" praticable et virtuelle. Ce que fait le professionnel demeure difficilement accessible : « Ce qui manque à l'heure actuelle, c'est l'accessibilité des amateurs aux instruments scientifiques professionnels [...]. Malgré leur commercialisation, ça coûte vraiment cher ! » nous déclare Cédric PEROTIN, président d'un club amateur. Certains se situent à mi-chemin, possèdent leur propre observatoire et collaborent étroitement avec des professionnels « Quand on veut collaborer avec des professionnels, il faut le faire dans un domaine très précis, puisque l'investissement est quand même important [...]. Par exemple, un bon spectroscopie équivalent au niveau professionnel c'est deux-trois mille euros, ce dernier ne fait rien tout seul. Il faut lui rajouter une caméra CCD refroidie qui coûte environ trois mille euros, et rajouter à cela les optiques et le système de guidage. La facture va donc gonfler très vite... » nous le précise Antoine VIEL, astronome amateur expérimenté.

**Pourquoi collaborer avec les professionnels si cela demande autant de contraintes et de ressources ?**

Les astras réalisent des observations avec leur matériel ou avec du matériel professionnel loué

### **Les gens ordinaires et l'une des plus extraordinaires étoiles de notre galaxie :**

En 2009, la NASA lance un projet nommé Kepler dont le but principal était de trouver des planètes en dehors de notre système solaire. La NASA elle-même avait donc mis au point des ordinateurs très sophistiqués qui devaient l'aider dans cette mission. Cependant, certains astronomes restaient très sceptiques au niveau de la fiabilité de ces ordinateurs. La question était : Que faire si les ordinateurs ont manqué quelque chose ? C'est donc de là que naît le projet de science citoyenne (participative) appelé Planet Hunters. Il s'agissait de publier des images des données recueillies par la mission Kepler et de demander aux simples citoyens de les examiner. Ainsi, avec l'aide de plus de 300.000 personnes, les astronomes ont découvert à peu près une dizaine de planètes, mais surtout l'une des étoiles les plus extraordinaires de notre galaxie.

pour l'occasion. Ils envoient ensuite les données récoltées aux professionnels pour analyse. Ces observations sont menées dans le cadre de campagnes liées à un événement astronomique ou à des objets particuliers. Pour les astronautes l'observation est un hobby : « Pour ma part, c'est vraiment le plaisir d'observer, de photographier des objets... après, faire de la science, j'ai beau avoir une formation scientifique, certes ça me tente mais c'est quand même beaucoup de contraintes... » selon Cédric PEROTIN. Selon Antoine VIEL, collaborer avec des professionnels, acheter du matériel semi-pro « c'est des choix, c'est des passions très fortes et c'est un choix de vie. ». Ainsi certains, poussés par leur passion, se spécialisent et finissent par collaborer avec les professionnels. Certains réalisent leur propre matériel, étant ingénieur ou techniciens, leurs connaissances techniques leur permettent de réaliser des appareils de qualité professionnelle.

“ C'est des choix, c'est des passions très fortes et c'est un choix de vie. ”

Une autre motivation, est la possibilité de faire une découverte. En fait, les professionnels se désintéressent des objets les plus brillants (notamment les planètes et leurs satellites) car ceux-ci sont trop lumineux pour leurs appareils. Les amateurs ont donc la possibilité de découvrir un phénomène qui sera confirmé par les professionnels par la suite. D'ailleurs certains programmes

collaboratifs se focalisent sur la surveillance des astres les plus connus (le Soleil pour la détection des tempêtes solaires, la Lune pour la détection d'impacts de météorites, Mars, Jupiter, Saturne etc...). L'une des découvertes les plus connues est la détection de la tempête Saturnienne de 2010 trouvée par Marc DELCROIX, un astronome amateur. A la suite de la détection de cette tempête, les professionnels ont orienté la sonde Cassini (en orbite autour de Saturne) pour confirmer cette détection et un vaste programme d'observation avec l'aide des amateurs a débuté. Il en a résulté une grande quantité d'articles scientifiques co-écrits avec ces amateurs. En effet, après la découverte d'un amateur, les professionnels valident cette découverte et débutent des programmes d'observations. Il peut en résulter la rédaction d'articles où les amateurs ayant participé sont cités et considérés comme co-auteurs.

**Pourquoi participer aux programmes collaboratifs ?** Les internautes traitent les données proposées par les professionnels sur les sites d'astronomie participative où un tutoriel leur apprend comment les analyser. Pour eux, la participation à un programme de recherche sans être chercheur ni avoir de connaissances sur le sujet s'avère être la plus grande motivation. Même s'ils ne reçoivent aucune rétribution, le simple fait d'aider la recherche leur apporte de la satisfaction. En plus de l'aspect ludique des programmes collaboratifs, la curiosité est aussi une puissante motivation mais le risque d'ennui pourrait réduire le nombre

de participants.

“ Il faut bien penser que sur l'ensemble des données, il n'y a guère que 5% qui ont été exploitées. ”

**N'importe qui peut aussi faire des découvertes** depuis chez soi juste avec son ordinateur et une connexion internet. Pour cela il faut analyser des données laissées en libre accès et réalisées il y a plusieurs années par les professionnels lors de l'étude de phénomènes précis. « Il faut bien penser que sur l'ensemble des données, il n'y a guère que 5% qui ont été exploitées. Tout le reste reste à exploiter, et ça, la main d'œuvre des amateurs, elle est inestimable ! » nous souligne J.E.ARLLOT, « C'est même très intéressant de faire de la fouille d'archive, on fait des découvertes. Ça intéresse aussi les amateurs de faire des découvertes. »

« On est dépassé. Si vous voulez, quand vous faites une observation, jusqu'à présent on n'utilisait que 5% des données accumulées et je pense que bientôt on arrivera à 1%, bientôt à 0,1% et de moins en moins. » ajoute J.E.ARLLOT. Ainsi la masse de données à analyser reste phénoménale et tend à augmenter. L'astronomie participative n'en est donc qu'à ses débuts et a le vent en poupe. Maintenant, il ne vous reste plus qu'à faire vos propres découvertes.



### 3 questions à... :

Benoît Carry, astronome au sein de l'observatoire de la Côte d'Azur. Benoît Carry travaille dans la recherche des petits corps de notre système solaire et les vestiges des premières étapes de la formation des planètes. Selon lui, l'astronomie participative est une très bonne pratique à laquelle il recourt lui-même.



## **Étudiant INSA : Pouvez-vous nous dire à quels besoins répond l'Astronomie participative ?**

B.Carry : Je dirais que ce qui fait que l'astronomie participative marche est d'une part la volonté des amateurs de participer à un effort commun. Et du côté professionnel, c'est la masse. C'est-à-dire le nombre de personnes capables de donner une petite fraction de leur temps. Parce que même si ce n'est qu'une petite fraction, s'ils sont beaucoup ça fait énormément de moyens ; que ce soit de la main d'œuvre, que ce soit des yeux, que ce soit des moyens d'observation. Presque tous les jours, vous avez des amateurs un peu partout dans le monde qui observent des objets étudiés par des professionnels.

## **Comment entrez-vous en contact avec les astronomes amateurs et par quels moyens pouvez-vous communiquer avec eux ?**

Au niveau de la rencontre entre un amateur et un professionnel : souvent les amateurs organisent des conférences pour les amateurs où ils invitent quand ils peuvent 1, 2 voire 3 professionnels pour parler un peu des thèmes d'actualité. En 2008-2009, j'ai été invité à faire ceci et pendant la journée j'ai interagi avec des gens. On s'est rendu compte qu'on avait des centres d'intérêts communs et on a gardé le contact. Et depuis, à peu près une fois par an, je vais dans des conférences d'amateurs pour interagir avec eux et puis pour rester en contact. Maintenant, évidemment la plupart de la communication entre nous se fait via e-mails et listes de diffusion. Après en matière de science participative, je trouve qu'en astronomie nous sommes très bien organisés c'est-à-dire qu'il y a des sites maintenus en général par des amateurs où il y a pratiquement une sorte de planning d'observation. L'interaction se fait pour les professionnels par l'envoi de listes aux responsables de ces portails.

## **Est-ce que les noms des amateurs participants apparaissent dans les articles qui sont publiés à propos des différentes recherches ou découvertes ?**

Moi je dis oui ! En ce qui me concerne c'est la bonne pratique mais parfois ce n'est pas le cas, il peut toujours y avoir des oublis d'une personne au milieu de vingt autres. Aussi, Il y a d'autres fois où je pense que c'est sciemment que les professionnels n'invitent pas les amateurs à être co-auteur mais je pense qu'il est tout de même rare que le nom ne soit pas cité au moins une fois dans le texte. Lorsqu'on rédige un article scientifique, si nous avons des données, nous devons obligatoirement donner leurs sources. Sinon pour moi, les amateurs doivent faire entièrement partie du processus de publication des résultats.

*L.PELLEGRINATO, A.HALIMI, B.GOLI*

---

## **Remerciements :**

à Jean Eudes ARLOT, Benoît CARRY, Cédric PEROTIN et Antoine VIEL pour leur interview de qualité.

## **Bibliographie:**

*Guide pratique de l'astronomie participative*, Ciel&Espace Hors Série N°22.

*The most mysterious star in the universe* | Tabetha Boyajian. Ted Talks 29 fev 2016 ; [https://www.ted.com/talks/tabetha\\_boyajian\\_the\\_most\\_mysterious\\_star\\_in\\_the\\_universe](https://www.ted.com/talks/tabetha_boyajian_the_most_mysterious_star_in_the_universe).

*Inventaire et analyse des programmes professionnels-amateurs en astronomie observationnelle identifiés en France*, Association Française d'Astronomie, Astronomie collaborative.

<http://www.zooniverse.org>.

<http://setiathome.ssl.berkeley.edu/>

<https://fr.wikipedia.org/wiki/SETI@home>