



HAL
open science

Le développement des collaborations entre acteurs amateurs et professionnels en astronomie en France : interactions, récolte et utilisation des données au XXI siècle

Margot Chevalier

► To cite this version:

Margot Chevalier. Le développement des collaborations entre acteurs amateurs et professionnels en astronomie en France : interactions, récolte et utilisation des données au XXI siècle. domain_shs.info.docu. 2022. mem_03865988

HAL Id: mem_03865988

https://memsic.ccsd.cnrs.fr/mem_03865988v1

Submitted on 22 Nov 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

Master 1 Information et Médiation Scientifique et Technique
Parcours Épistémologie et Ingénierie de la Science Ouverte



Mémoire de stage

Le développement des collaborations entre acteurs amateurs et professionnels en astronomie en France: interactions, récolte et utilisation des données au XXI^e siècle

Margot CHEVALIER

Année universitaire 2021/2022

Sous la direction de Chérifa BOUKACEM-ZEGHMOURI

Professeure en Sciences de l'Information et de la Communication, membre de l'Équipe Lyonnaise en Information et Communication et Référente Science Ouverte

Observatoire de la Côte d'Azur

Tuteur professionnel: Clémence DURST, Responsable du Service Culture et Patrimoine

Jury:

Chérifa BOUKACEM-ZEGHMOURI

Clémence DURST

Thierry LAFOUGE - Docteur en Sciences de l'Information et de la Communication, membre du comité scientifique de la revue Journal of Informetrics et membre de l'ISSI



Le développement des collaborations entre acteurs amateurs et professionnels en astronomie en France : interactions, récolte et utilisation des données au XXI^e siècle

Remerciements

Je souhaite remercier en premier lieu ma tutrice professionnelle, Clémence Durst, qui m'a accompagnée tout au long de ces trois mois de stage. Je la remercie pour sa bienveillance, sa pédagogie, ses conseils et pour toutes les discussions que nous avons échangées, m'offrant de nouvelles possibilités pendant mon séjour.

J'ai réellement apprécié ce stage et découvrir ce métier, en grande partie grâce à son soutien et à son investissement, ainsi que celui de toute l'équipe du Service Culture et Patrimoine : Carolyn Robert, Delphine Sastron, Luc Poirier, Charles Gillet et Robin Osstyn. Ils m'ont apporté de nombreux conseils et permis d'évoluer dans un climat de bonne humeur partagée.

Je remercie aussi Marc Fulconis, responsable du Service Communication Scientifique, qui m'a proposé d'intégrer le service de Clémence, et Thierry Botti du Laboratoire d'Astrophysique de Marseille qui m'a recommandé ce stage.

Je remercie les chercheurs de l'Observatoire de la Côte d'Azur et les animateurs des clubs amateurs présents lors de la Nuit Coupoles Ouvertes avec qui j'ai eu les discussions qui m'ont permis d'ouvrir le questionnement pour ce mémoire. Je remercie également Sarah Antier, Paolo Tanga, Denis Marchais et Arnaud Leroy qui ont accepté de réaliser des entretiens pour approfondir mon travail.

Je tiens bien évidemment à remercier ma tutrice pédagogique Chérifa Boukacem-Zeghmouri pour son aide et son soutien dans le choix de mon thème de mémoire et son élaboration. Ces conseils m'ont été très importants dans la direction de mes recherches et la rédaction de ce mémoire.

Je suis également reconnaissante à toutes les personnes, famille ou amis, ayant encouragé mon travail.

Résumé

Les collaborations en astronomie entre professionnels et amateurs sont en forte augmentation depuis le début du XXI^e siècle, se développant et innovant continuellement. Elles peuvent avoir pour but d'instruire le grand public, de former les amateurs ou bien d'améliorer la production des savoirs. Cependant, les interactions entre professionnels et amateurs restent parfois limitées, bien qu'il soit reconnu et demandé par la majorité des astronomes d'améliorer les échanges entre les deux communautés. Très récemment, de nouveaux projets ont vu le jour impliquant davantage les non-scientifiques et reconnaissant pleinement leur apport dans les résultats de recherche scientifique. Ce mémoire propose de faire un panorama des interactions entre les deux partis en fonction des types de collaborations et de comprendre vers quelle voie celles-ci se dirigent.

Mots-clés

Collaboration ; Professionnels ; Amateurs ; Interaction ; Données; Astronomie.

Abstract

Pro-am collaborations in astronomy considerably increase since the beginning of the XXIst century, in continuous development and innovation. They can aim towards educating and generating public understanding, teaching amateurs or enhancing research and knowledge production. However, interactions between professionals and amateurs remain limited, even though it is widely recognized and asked by most astronomers to improve exchanges between the two communities. Very recently, new projects emerged involving more non-scientists and fully acknowledging their contribution in scientific results. This master's thesis proposes to cover a panorama of interactions between both sides depending on the types of collaboration, and to understand which road it is heading towards.

Keywords

Cooperation ; Professional ; Amateur ; Interaction ; Data; Astronomy.

Glossaire

ACROSS : Asteroid Collaborative Research via Occultation Systematic Survey

AFA : Association Française d'Astronomie

ANR : Agence Nationale de la Recherche

ARAS : Astronomical Ring for Access to Spectroscopy

ARGETAC: Association Régionale pour la Gestion du Télescope Amateur de Calern

BeSS : Be Star Spectra

FRIPON : Fireball Recovery and InterPlanetary Observation Network

GRANDMA : Global Rapid Advanced Network Devoted to the Multi-messenger Addicts

OCA : Observatoire de la Côte d'Azur

MESRI : Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation

NCO : Nuit Coupoles Ouvertes

Pro-Am : Professionnel-Amateur

SAF : Société Astronomique de France

SF2A: Société Française d'Astronomie et d'Astrophysique

Sommaire

Remerciements	3
Résumé	4
Mots-clés	4
Glossaire	5
Sommaire	6
Introduction	8
Contexte historique des collaborations Pro-Am	10
Origine et développement	10
Évolution dans le secteur de l'astronomie	11
Des avancées spécifiques au XXI^e siècle	13
Avancées dans les communautés	13
Collaboration entre différentes organisations Pro-Am	13
Les workshops Pro-Am	14
Prix GEMINI Pro-Amateur	14
Articles co-signés	15
Apports technologiques	16
Internet et les structures d'astronomie	16
GEMINI, site français de référence pour les collaborations scientifiques	17
Les événements dématérialisés	18
Le développement de nouvelles technologies d'observation	19
Vers une professionnalisation des amateurs ?	20
La diversité des collaborations Pro-Am	20
Collaboration dans un objectif d'aide à la recherche	21
Collaboration dans un but de diffusion des savoirs	26
Comprendre les relations entre professionnels et amateurs au XXI^e siècle : discussion avec les participants de projets collaboratifs	28
Choix de l'outil méthodologique	28
Construction des entretiens et de l'analyse	29
Limites de ces méthodes	30
Éléments préliminaires	30
Le discours des professionnels	30
Le discours des amateurs	35
La confrontation des discours amateur et professionnel	39

Conclusion	41
Bibliographie	42
Sitographie	44
Annexes	46

Introduction

Depuis les années 1990 et plus encore dans la dernière décennie, le nombre de projets de sciences collaboratives a connu une forte augmentation, tout comme le nombre de publications s'exprimant sur le sujet. La loi du 22 juillet 2013 intégrant la culture scientifique, technique et industrielle dans les établissements de recherche et d'enseignement supérieur préconise notamment la mise en place de projets de collaborations dans le but d'instruire et de renforcer les démarches scientifiques dans la société. L'explosion de l'implication citoyenne dans les sciences au XXI^e siècle est due en grande partie au développement du numérique et aux politiques de sciences ouvertes (Houllier, Joly, Merilhou-Goudard, 2017). Aussi appelées sciences participatives ou sciences citoyennes, les sciences collaboratives se définissent comme des projets impliquant des non-scientifiques-professionnels et une (ou plusieurs) structure à vocation scientifique dans un but de coproduction des savoirs. Cette forme de coopération existe depuis toujours dans le milieu de l'astronomie, où les deux partis impliqués sont les suivants :

- les astronomes professionnels font de la science et la recherche scientifique leur métier, ayant pour cela réalisé un parcours académique leur octroyant des compétences précises et approfondies dans leur domaine.
- les astronomes amateurs sont des citoyens observant les corps célestes comme une forme de loisir et dont cela n'est pas le métier (Iwaniszewska, 1990). Mais une distinction s'ajoute entre citoyens lambdas et amateurs : la volonté de contribuer à la science et la production des savoirs.

Ma mission de stage consistant en l'organisation de la Nuit Coupoles Ouvertes, événement autour de l'astronomie coordonnant chercheurs de l'observatoire et nombreux clubs amateurs et accueillant un public de plusieurs milliers de personnes, j'ai donc pu échanger avec de nombreux et divers acteurs de la science de cette discipline. Différentes collaborations ont été évoquées au cours de ces discussions, démontrant des disparités dans les interactions Pro-Am selon les projets, et recueillant le point de vue des amateurs et des professionnels. Cela a éveillé mon intérêt et lors de mes recherches il s'est avéré que de multiples études ont été conduites sur les collaborations Pro-Am en astronomie, principalement dans un but de recensement des types de collaborations. Bien que l'implication des amateurs soit abordée, la valorisation de leur participation et la protection de leurs données sont des aspects rarement - si ce n'est jamais - discutés. Cependant, bien que ce ne soit pas leur métier à proprement parler, les astronomes amateurs investissent leur temps et compétences dans les projets scientifiques dans lesquels ils s'impliquent. Cette implication se renforce d'autant plus que les interactions entre astronomes professionnels et amateurs évoluent également, fondées sur les avancées technologiques et l'évolution des mentalités dans le corps scientifique. D'autres aspects des collaborations en France sont également peu mis en avant, comme la reconnaissance des collaborations scientifiques par les structures de financement des projets scientifiques et le soutien qu'elles peuvent apporter aux collaborations Pro-Am en astronomie.

Pour répondre à ces questionnements, il est donc nécessaire de comprendre en profondeur l'évolution des sciences collaboratives françaises en matière d'astronomie au niveau des échanges entre professionnels et amateurs et de l'utilisation des données qui en est faite. Afin de mettre en perspective l'évolution de ces pratiques, il a donc été choisi de comprendre dans un premier temps le contexte historique de développement des sciences collaboratives. Dans un second temps, les évolutions intrinsèquement liées au XXI^e siècle seront abordées, tant sur l'aspect technologique que sociologique. La diversité des collaborations Pro-Am en astronomie sera abordée dans une troisième partie, étudiant les différentes possibilités d'interactions et d'utilisation des données en présentant un panel de projets d'origine française possédant chacun leur spécificité. Enfin, je mènerai une enquête en interrogeant des professionnels et amateurs de deux projets français, mettant en regard leurs expériences et leurs attentes en matière de projets Pro-Am en astronomie. Cette dernière partie me permettra de cibler les informations essentielles à étudier pour poursuivre mes recherches dans l'optique d'un mémoire de deuxième année de master poursuivant le travail présent.

I. Contexte historique des collaborations Pro-Am

Bien qu'aujourd'hui au cœur de nos sociétés, la production de savoirs scientifiques et de connaissances n'a pas toujours été aussi liée aux populations n'ayant pas bénéficié d'un haut niveau d'éducation. La place des amateurs a largement varié selon les périodes, tantôt mis de côté ou au contraire reconnu comme d'une grande aide aux productions scientifiques. Les changements technologiques et idéologiques tout comme la politique sont fortement acteurs de ces évolutions, et l'historique de ce développement aide fortement à comprendre la place actuelle des collaborations modernes entre amateurs et professionnels.

1. Origine et développement

À l'aube du XXI^e siècle, les collaborations scientifiques entre professionnels et amateurs ont connu une forte évolution. Un grand nombre de projets en sciences collaboratives ont vu le jour, suivis par de nombreuses publications scientifiques attestant de ce type de travaux, notamment dans de prestigieuses revues internationales¹. Mais l'historique des collaborations scientifiques remonte à plusieurs milliers d'années. En Chine ancienne, les populations locales tenaient des comptes sur les dégâts des criquets sur les récoltes et ces données étaient ensuite récupérées et utilisées pour mettre en place des solutions à ce genre d'événement. Ainsi, les populations étaient des acteurs directs de la science, emmagasinant des données sans pour autant les étudier avec une démarche rigoureuse. La tâche d'exploiter ces informations et d'en comprendre les implications, donc de décoder les savoirs populaires, revenait aux savants et philosophes s'intéressant aux curiosités du monde. Au contraire, les philosophes des lumières tels que Kant ou Spinoza ont invité le grand public à "être libre" en étant des "penseurs", c'est-à-dire d'être curieux et de se questionner sur ce qui les entoure.

À la fin du XVIII^e siècle, une segmentation des deux catégories de population a commencé à se former, éloignant les participants n'ayant pas de formation académique dans leur domaine. Cette fracture s'est véritablement aggravée au XIX^e siècle, reléguant les connaissances populaires et la production de savoirs par les amateurs à un rang inférieur [1]. Christophe Bonneuil et Pierre-Benoît Joly expliquent d'ailleurs que c'est à cette période que les termes "ingénieur" et "scientifique" font leur apparition, alors que les techniques ancestrales populaires sont décomposées et rationalisées par la nouvelle notion de « sciences ».

Les avancées scientifiques et technologiques et les grandes crises actuelles sont aujourd'hui très liées à la vie quotidienne et soulèvent donc des réactions de la part du grand public, amenant à de nouvelles interactions. Des études ont démontré que la participation citoyenne dans les recherches scientifiques académiques pouvait amener à une nouvelle production et progression de connaissances. De nombreux projets ont alors été lancés, pouvant se produire sous différentes formes : diffusion et médiation des sciences, crowdsourcing, sciences participatives ou encore collaboration complète. De nos jours, la plupart des disciplines historiques en sciences naturelles et sciences humaines prennent

¹ Exemple de publication dans *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, premier au classement dans ce domaine : Marshall, P. J., Lintott, C. J., & Fletcher, L. N. (2015). Ideas for Citizen Science in Astronomy. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 53(1), 247-278. <https://doi.org/10.1146/annurev-astro-081913-035959>

appui sur la collaboration avec les amateurs, et de nombreux domaines s'ouvrent à ces pratiques. En France, le développement des sciences participatives s'exprime plus largement à partir des années 2000. Celles-ci connaissent un encore plus large essor suite au rapport Houllier [2] commandé par le ministre de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche en 2015 et publié en 2016, concluant lui-même à une augmentation exponentielle et surtout durable.

2. Évolution dans le secteur de l'astronomie

Depuis que l'humanité s'est intéressée à l'étude des corps célestes et de la structure de l'Univers, la participation d'amateurs a largement contribué aux découvertes en astronomie [3]. À l'antiquité déjà, on retrouve des notes de paysans, voyageurs et bergers sur l'observation de la voûte céleste. En s'appuyant sur ces premières observations à l'œil nu, les premiers astronomes et mathématiciens ont su comprendre le fonctionnement de divers phénomènes astronomiques. L'astronomie est une des premières sciences à avoir utilisé le concours de non-académiciens pour observer, comprendre et déduire les lois régissant les phénomènes physiques. Si un engouement s'est produit si tôt dans l'Histoire, c'est du fait de l'utilité première à observer le ciel : apport en géographie en permettant aux navigateurs et bergers de se repérer, en agriculture pour les premiers calendriers agricoles avec l'observation des Pléiades [4] comme relaté dans la figure 1, à la médecine, la chronologie et la division du temps, etc.

I LES REPÈRES ASTRONOMIQUES.

C'est par des repères astronomiques qu'Hésiode ouvre, et ferme, le développement consacré plus précisément aux travaux des champs. Le paysan d'Hésiode se préoccupe surtout de faire venir le blé et les céréales nécessaires à sa subsistance et à celle de ses troupeaux. C'est donc la moisson et, préalablement, les labours et les semailles qui sont les deux points forts de la vie paysanne.

Au lever des Pléiades, filles d'Atlas, commencer la moisson,
Les labours à leur coucher, (v. 383-384)

déclare Hésiode en commençant ; puis, après avoir considéré successivement toutes les saisons de l'année, il termine en évoquant l'éternel retour des travaux des champs :

Quand auront plongé les Pléiades, les Hyades et la force d'Orion,
Souviens-toi des labours dont voici la saison. (v. 615-616)

Figure 1 : Extrait d'une analyse de Germaine Aujac sur "Les Travaux et les Jours" d'Hésiode

En 1715, Edmund Halley poste un article dans la prestigieuse revue *Philosophical Transactions* demandant aux "Curieux" d'observer une éclipse solaire, afin de recueillir des données de la Grande Bretagne au complet et d'établir une carte avec les données récoltées sur tout le territoire par les amateurs. Cet appel présenté dans la figure 2 constitue une preuve historique. En France, François Arago, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, donne un cours populaire d'astronomie, tentant de donner accès au grand public à ces connaissances [5]. Bien que l'idée principale soit d'instruire le peuple dans son ensemble, Arago portait l'espoir de former de véritables astronomes à part entière, chose difficile déjà à l'époque pour cause de manque de moyens financiers. Dans cette logique de

vulgarisation scientifique, Camille Flammarion publie lui en 1880 son encyclopédie à destination du grand public intitulée *Astronomie Populaire* (dont la figure 3 est la première de couverture), version revisitée et simplifiée de l'ouvrage du même nom produit par Arago.

(245)

III. *Observations of the late Total Eclipse of the Sun on the 22d of April last past, made before the Royal Society at their House in Crane-Court in Fleet-street, London. By Dr. Edmund Halley, Reg. Soc. Secr. With an Account of what has been communicated from abroad concerning the same.*

Though it be certain from the Principles of Astronomy, that there happens necessarily a Central Eclipse of the Sun in some part or other of the Terraqueous Globe, about Twenty Eight times in each Period of Eighteen Years; and that of these no less than Eight do pass over the Parallel of London, Three of which Eight are Total with continuance: yet, from the great Variety of the Elements whereof the Calculus of Eclipses consists, it has so happened that since the 20th of March, Anno Christi 1149, I cannot find that there has been such a thing as a Total Eclipse of the Sun seen at London, though in the mean time the Shade of the Moon has often pass'd over other Parts of Great Britain.

The Novelty of the thing being likely to excite a general Curiosity, and having found, by comparing what had been formerly observed of Solar Eclipses, that the whole Shadow would fall upon England, I thought it a very proper Opportunity to get the Dimensions of the Shade ascertained by Observation; and accordingly I caused a small Map of England, describing the Track and Bounds thereof, to be dispersed all over the Kingdom, with a Request to the Curious to observe what they could

CAMILLE FLAMMARION

ASTRONOMIE POPULAIRE

DESCRIPTION GÉNÉRALE DU CIEL

ILLUSTRÉE DE 30 FIGURES, PLANCHES EN CHROMOLITHOGRAPHIE
CARTES CÉLESTES, ETC.



PARIS
G. MARPON ET E. FLAMMARION, ÉDITEURS
Galerie de l'Odéon, 1 à 7, et rue Racine, 4
1880
(Tous droits réservés.)

Figure 2 : Appel à observer par Edmund Halley dans la revue *Philosophical Transactions*
Crédit : Royal Society

Figure 3 : *Astronomie Populaire* par Camille Flammarion
Crédit : Gallica

Cette transmission des connaissances s'effectue à des niveaux plus ou moins profonds, que ce soit une instruction légère ou l'approfondissement d'une passion qui entraînera les nouveaux "sachants" à observer et découvrir par eux-même. Cependant, comme évoquée dans la partie précédente, l'astronomie amateur s'est faite distancer au cours du XX^e et XXI^e siècles, s'expliquant notamment par les avancées technologiques qui ont fourni les laboratoires académiques d'outils plus performants - et coûteux - auxquels les particuliers passionnés ne pouvaient avoir accès. L'installation de grands télescopes en altitude ou dans des lieux éloignés des espaces urbains, afin d'éviter la pollution lumineuse, met à l'écart de nombreux mécènes n'ayant pas les moyens de financer ces projets. L'accès à ces installations d'observation exacerbe à cette période la concurrence déjà présente. Des sociétés savantes et associations d'astronomes sont alors peu à peu apparues, réunissant les scientifiques amateurs afin de mettre en commun leurs connaissances et leur passion. Bien que non-professionnels, ces groupes ont un but de recherche et de découverte tout aussi présent que dans les instituts académiques, rassemblant experts et amateurs érudits [6].

L'astronome Camille Flammarion évoqué plus haut fondera en France en 1887 la Société Astronomique de France (SAF) dans l'objectif de « diffuser les sciences de l'Univers et faire participer le plus grand nombre à leurs progrès ». Toujours en vigueur aujourd'hui, la SAF est la société de référence en

astronomie amateur dans notre pays, conjointement avec l'AFA (Association Française d'Astronomie) fondée bien plus tard, en 1946. D'autres projets permettant de donner une voix aux amateurs sont peu à peu réapparues, s'intensifiant au XX^e siècle. En 1922, un couple d'astronomes américains passionnés de France, le couple Dina, lance un projet qui fera largement avancer l'astronomie française : la construction d'un observatoire. Bien que stoppé par le décès du mari, l'opération a permis la création en 1936 du Service de Recherche d'Astrophysique. [7] C'est dans cette dynamique d'amateurs utilisant du matériel prêté par des observatoires que de nombreuses découvertes ont eu lieu, étudiées ensuite également par des amateurs également. Un nouveau lien s'est recréé entre pratiques de la science dites "professionnelle" et "amateur". Mais à l'époque, les observations et études des amateurs ne sont toujours pas publiées dans les revues professionnelles. Des revues telles que *L'Astronomie* (créée par la SAF) ont vu le jour, permettant aux découvertes et études non-académiques de voir le jour et d'être partagées dans la communauté d'astronomes de tous horizons. La SF2A (Société Française d'Astronomie et d'Astrophysique)² est fondée en 1978, anciennement sous le nom de Société Française des Spécialistes d'Astronomie (SFSA), et participera grandement à nouer des liens avec les scientifiques professionnels, notamment de par ses actions réalisées en collaboration avec la SAF que nous aborderons plus loin dans le document.

II. Des avancées spécifiques au XXI^e siècle

L'accroissement et le développement du numérique et des politiques d'Open Access ont été des leviers considérables dans la mise en place et le développement de collaborations au XXI^e siècle [3]. De la simplification de nombreuses interactions à la diffusion en grand nombre en passant par la production de nouvelles formes de collaboration, le passage au second millénaire a grandement fait progresser la participation à ces projets.

1. Avancées dans les communautés

1.1. Collaboration entre différentes organisations Pro-Am

L'histoire des sciences s'est construite en grande partie grâce aux communications entre savants, léguant leurs connaissances et se rassemblant pour échanger leurs points de vues sur les phénomènes physiques. Les petites organisations et structures à vocation de diffusion des connaissances ont donc de tout temps eu des liens, tout particulièrement en astronomie. Cependant, les organisations plus conséquentes - bien que gardant des liens et communiquant autour des projets abordés - restent rivales et se développent au XX^e siècle de façon séparée, tentant d'agrandir leur communauté propre. Mais au XXI^e siècle, il était temps d'imaginer les avantages d'une collaboration entre les grandes sociétés astronomiques françaises pour faire naître une initiative à plus grande échelle, bénéfique pour le paysage de l'astronomie professionnelle-amateur dans le pays. En France, la SAF et la SF2A [8] ont alors coconstruit le site GEMINI³ (lancé en 2020) dédié aux projets de collaboration Pro-Am accessibles à la communauté française d'astronomie. C'est l'aboutissement de nombreuses années de coopération entre

² Voir annexe 2

³ Voir annexe 3

les deux sociétés, faisant suite aux Ateliers de Collaborations Astronomes Amateurs et Professionnels mentionnés précédemment, ayant lieu depuis 2018. Étant l'initiative française de référence pour les collaborations Pro-Am, nous nous appuyons donc fortement sur cette initiative dans cette section.

1.2. Les workshops Pro-Am

Le fait que la valeur des connaissances tenues par les astronomes amateurs ait longtemps été écartée - et pas encore toujours reconnue à sa juste valeur par certains scientifiques - a largement écarté les communautés. Cependant, de plus en plus d'actions coordonnées se sont mises en place, tels que des workshops [9] et conférences mêlant professionnels et non-professionnels. Un exemple frappant de cette avancée sont les Ateliers de Collaborations Astronomes Amateurs et Professionnels organisés pendant les Journées SF2A⁴ (aussi appelées "Semaines de l'Astrophysique Française"). Cette initiative met en place un lieu d'échange entre les deux mondes Pro-Am : organisée chaque année, cette rencontre propose des conférences et présentation des travaux par des jeunes chercheurs, posters et ateliers scientifiques. La location change chaque année, se produisant dans diverses villes sur l'ensemble du territoire en France Métropolitaine. L'idée principale de ces journées est déjà bien ancrée depuis les années 80 mais le format actuel avec séances plénières le matin et nombreux ateliers l'après-midi⁵ ne se met en place qu'au XXI^e siècle. Une conférence grand public est même ajoutée au programme, proposant l'accès aux passionnés ne s'investissant pas nécessairement dans la production de savoirs.

1.3. Prix GEMINI Pro-Amateur

Lors des Semaines de l'Astrophysique Française est remis le Prix Gemini Pro-Amateur [32]. Créé en 2020, cette récompense vient compléter les autres distinctions⁶ pouvant être accordées par la Société Astronomique de France à ses membres ou à des personnalités remarquées pour leurs travaux dans leur secteur. Depuis 3 ans, ce prix est attribué annuellement par un jury mixte SAF/SF2A à une "collaboration remarquable amateurs-professionnels en astronomie et sciences connexes". Cette récompense s'accompagne d'un chèque de 1000€ et d'une médaille, ainsi que « l'autorisation de l'emploi du logo Gemini dans la communication de ce projet pour ses recherches de soutiens et de développements futurs »⁷. Un article à ce sujet est également publié dans le magazine *L'Astronomie* présenté précédemment. Pour la première fois en 2022, un diplôme de la SAF est également décerné au projet gagnant, renforçant les liens avec l'organisation. Parmi les obligations explicites lors de la soumission de la candidature, la collaboration doit avoir au moins un porteur français. Le Prix Gemini vise donc à encourager les projets en collaboration Pro-Am français, mais aussi à leur donner de la visibilité. Démontrer que les méthodes et apports des non-professionnels fonctionnent et peuvent compléter voire renforcer les recherches académiques accentue l'image positive du monde amateur et crédibilise d'autant plus leurs projets. Ce prix joue donc un rôle social et symbolique et non seulement scientifique dans l'implication des amateurs dans la création des savoirs.

⁴ Détail de l'événement sur <https://journées.sf2a.eu/>

⁵ Voir annexe 4

⁶ Détail des autres distinctions disponible sur la page Wikipedia de la SAF

⁷ Article disponible sur le site de la SAF: <https://saf-astronomie.fr/attribution-du-prix-gemini-2022/>

1.4. Articles co-signés

L'article de Edmund Halley dans la revue *Philosophical Transactions* évoqué plus haut [28] fait état de son appel à observer le ciel et des résultats obtenus après la mise en commun des données récoltées à travers toute la Grande Bretagne. Cependant, excepté la mention de l'aide reçue à travers le pays, les autres astronomes ne sont pas reconnus à proprement parler. Mais à mesure que le travail des amateurs s'est imposé comme réellement important, et que plusieurs découvertes majeures ont été réalisées en dehors des observatoires académiques, la reconnaissance des astronomes amateurs s'est accrue. Depuis quelques décennies, les passionnés d'astronomie se voient de plus en plus crédités pour leurs participations et découvertes, que ce soit au cours de projets de collaboration ou lors d'une découverte personnelle rapportée aux observatoires astronomiques [10]. La figure 4 ci-après permet de visualiser nettement cette hausse entre 1980 et 2020 en nombre de publications cosignées par des astronomes amateurs.

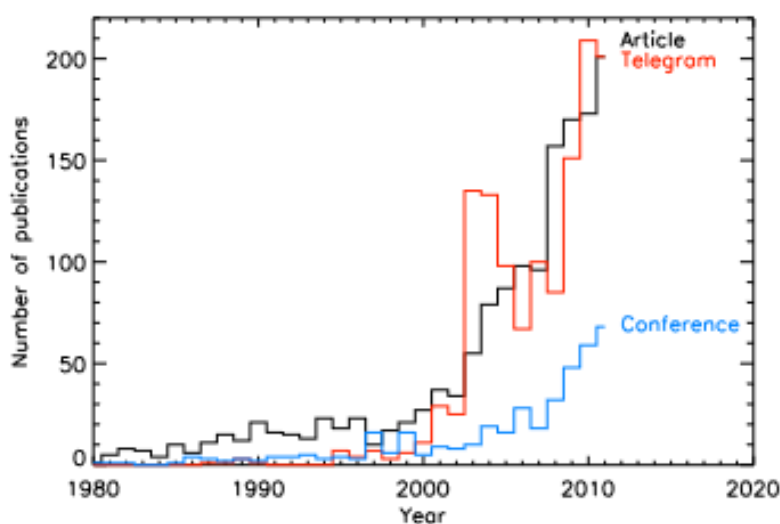


Figure 4 : Statistiques montrant l'augmentation des publications incluant des astronomes amateurs (Mousis, Hueso, Beaulieu, et al, 2014)

Ainsi, de plus en plus d'articles cosignés par des amateurs ont vu le jour, dans des revues peu à peu prestigieuses. Outre les revues amateurs ou hybrides telles que *L'Astronomie*, des papiers scientifiques coécrits sont maintenant acceptés par des revues telles que *Experimental Astronomy* appartenant à l'éditeur *Springer*⁸ ou même dans de prestigieuses revues telles que *Nature*⁹. Afin de mettre en avant les collaborations Pro-Am françaises, le projet GEMINI publie sur le site les résultats produits lors de coopérations, décrivant explicitement le rôle des amateurs et leur implication. Le lien vers l'article publié et la liste des auteurs sont également affichés. Sur l'Annexe 5, on voit clairement apparaître

⁸ Mousis, O., R. Hueso, J.-P. Beaulieu, S. Bouley, B. Carry, F. Colas, A. Klotz, et al. 2014. 'Instrumental Methods for Professional and Amateur Collaborations in Planetary Astronomy'. *Experimental Astronomy* 38 (1): 91–191. <https://doi.org/10.1007/s10686-014-9379-0>.

⁹ Sánchez-Lavega, A., A. García Muñoz, E. García-Melendo, S. Pérez-Hoyos, J. M. Gómez-Forrellad, C. Pelier, M. Delcroix, et al. 2015. 'An Extremely High-Altitude Plume Seen at Mars' Morning Terminator'. *Nature* 518 (7540): 525–28. <https://doi.org/10.1038/nature14162>.

toutes ces informations ainsi que la mention (en bas à droite) des sciences participatives. Les interactions entre astronomes professionnels et amateurs sont donc mises de plus en plus en avant, reconnaissant non plus vaguement ou partiellement les avancées dues à l'aide extérieure des observatoires astronomiques. C'est un grand pas qui est franchi, affichant ouvertement une hybridation des productions en astronomie [11].

2. Apports technologiques

2.1. Internet et les structures d'astronomie

Le premier navigateur grand public est lancé en 1993 et va rapidement devenir un moyen de communication privilégié. Les années 2000 ont donc marqué un tournant historique également pour les échanges entre les acteurs de la science. Création de blogs, de canaux de transmissions de données, sites web, etc. Le développement du numérique est une véritable révolution des modes de communication et les sites internet permettent de servir de bases de données pour recenser les structures d'astronomie en France. En l'espace de 20 ans, le nombre d'entre elles ayant un site web va drastiquement augmenter et ainsi aider à diffuser plus encore l'astronomie amateur, et par la même occasion les projets de collaboration. Dans une étude d'André Heck publiée en Février 2000 [12], on lit l'observation suivante, illustrée par la figure 5 :

« it seemed interesting to have a look at the distribution of organizations who have an Internet presence, i.e. an electronic address or at least one page on the World-Wide Web (WWW), about six years after this medium started spreading quickly over the world. [...] It is striking how France, Spain and Portugal have significantly much lower densities than their European neighbours, obviously lagging behind as to the penetration of e-mail and the WWW. »

À titre de comparaison, selon l'annuaire de l'AFA¹⁰, la France comptabilise à l'heure actuelle 1013 structures en astronomie réparties dans le tableau en Figure 6. Si l'on se concentre sur les 3 catégories les plus importantes et impliquées dans les projets de collaboration, on obtient les chiffres suivants :

- 93% des centres d'astronomie ont un site internet (26 sur les 28 recensés)
- 85% des sociétés privées ont un site internet (29 sur les 34 recensées)
- 77% des associations spécialisées ont un site internet (122 sur les 158 recensées)

L'inventaire publié en 2005 (sur une étude de 2 an réalisée par l'AFA) annonce environ 70% de structures possédant un site web [13], confirmant la nette augmentation dès le début du nouveau millénaire.

¹⁰ <https://www.afastronomie.fr/structures?type=&label=>. Consulté le 07/08/2022 à 21:31.

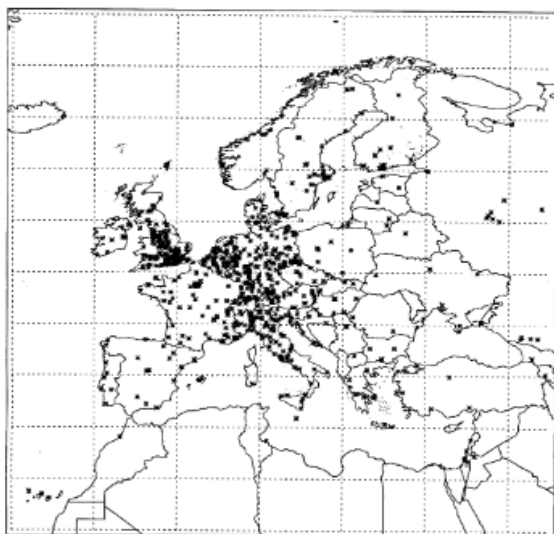


Figure 5 : Carte d'Europe de la présence sur internet des organisations d'astronomie amateur en 1999

Type de structure	Nombre de résultats
Association spécialisée	160
Centre astronomique	35
Club	308
CCSTI	35
Observatoire/Institut de recherche	27
Planétarium	34
Société privée	34
Club scolaire	75
Ephémère	14
Structure diverse	228

Figure 6 : Tableau de répartition des structures d'astronomie en France en 2022

Ceci ne pourrait être qu'une information anecdotique du développement des structures en astronomie, mais on remarque que, outre les informations concernant les rassemblements à but culturel ou de simple diffusion des connaissances sur leur territoire, de nombreux sites mettent en avant leurs découvertes et leur appartenance à des projets de recherche ou bien des liens vers les sites de collaboration scientifique. De plus, de nombreux forums et groupes ont vu le jour [14] sur Facebook ou d'autres plateformes telles que Youtube et Twitch dans le but de partager leurs savoirs et des articles concernant l'astronomie, astrophysique ou bien en astrophotographie. Cela permet de toucher un public bien plus large que simplement les initiés qui devaient anciennement être proche des organisations afin d'acquérir des connaissances dans ces domaines. [13] Bien entendu, tous les passionnés ne s'impliquent pas dans les projets menés par les scientifiques mais cela tend tout de même à multiplier le nombre de contributions enregistrées, ne serait-ce que par la large visibilité apportée. [14]

2.2. GEMINI, site français de référence pour les collaborations scientifiques

Pour les astronomes amateurs souhaitant s'impliquer dans la recherche ou mettre à disposition leurs observations, Internet a également fourni un support idéal, permettant de mettre à disposition rapidement et facilement les informations nécessaires [8]. Le site de référence en France, GEMINI [29], propose notamment un onglet *Collaborations* divisé en deux catégories : "appels à observations" et "collaborations actives". Les campagnes d'observation ou de collaboration sont affichées par date décroissante de publication, apportant la même visibilité à tous les projets exposés.

Cette méthode met en quelque sorte en valeur la diversité des projets proposés, valorisant la multitude de travaux de coopération impliquant le secteur français. Chaque projet comporte par ailleurs

une description du projet mais également des contacts amateurs et professionnels pour représenter les deux catégories de travailleurs impliqués dans la coordination des projets. Tandis que certains sont initiés par des français, on compte aussi une grande part d'études internationales mais dont certaines données récoltées en France peuvent avoir une utilité spécifique. Un coordinateur français alors désigné et chargé du secteur francophone, responsable de la collaboration française dans le cadre de la recherche mondiale. Par ailleurs, des connaissances nécessaires à l'implication dans ces collaborations sont mises à disposition en tant que ressources libres, soit à partir des pages dédiées à chaque projet de manière séparée, soit dans un onglet dédié sur GEMINI.

Dans la continuité de l'accès aux connaissances en amont du projet, le site web présente également sur des pages dédiées les « *résultats de travaux menés en collaboration portés à [leur] connaissance* ». Chaque catégorie possède sa propre page de résultats, tels que "Histoire et patrimoine astronomique", "Système solaire" ou "Nébuleuses". Une page regroupe bien évidemment toutes ces catégories, mais la possibilité de les distinguer en un clic, en ayant des mises à jour régulières du contenu, reste un atout apporté par Internet et les sites web. Cette répartition des informations est très claire et accessible et permet donc une entrée plus facile dans des projets auparavant plus opaque, tant sur l'existence même de ces projets que sur les aptitudes et le matériel requis. Bien sûr, de nombreux autres sites internet œuvrent à faire découvrir et mettre en lumière des collaborations Pro-Am ainsi que des guides techniques en guise d'autoformation en ligne, comme le site *Planetary astronomy*¹¹ de Christophe Pellier, astronome amateur et photographe planétaire ou le forum Astrosurf dédié aux collaborations Pro-Am [37]. On remarque donc que les informations sont dans l'ensemble devenues bien plus accessibles au XXI^e siècle, notamment par le biais d'internet.

2.3. Les événements dématérialisés

Le digital s'est imposé comme plus d'une fois une solution viable dans les rapports entre acteurs de la science. Nous avons déjà abordé le sujet des Semaines de l'Astrophysique Française ouvertes aux professionnels comme aux amateurs et se tenant uniquement en présentiel. Cependant, et notamment depuis la crise sanitaire de 2020, les séminaires et conférences ouvertes retransmises en direct se multiplient. Des événements comme celui cité plus haut sont payants (entre 60€ et 180€ selon la catégorie et date d'inscription) et constituent donc un frein à l'accès aux coopérations Pro-Am. L'organisation de tels événements, allant avec la location de l'espace, du matériel, etc. rend le coût assez élevé : une solution est donc de dématérialiser les rencontres.

Excepté la programmation et le contact avec les participants, chacun est responsable d'être en mesure de partager son écran et sa prise de parole depuis son propre lieu de retransmission, sans engendrer de coût pour la structure hébergeant l'événement. Ceci permet de faire bénéficier parfois gratuitement ou à des coûts bien moindre les passionnés avec moins de moyens que des observatoires pouvant financer les déplacements et billets d'entrée de leurs ressortissants. Plus de diversité dans les événements numériques favorise donc les échanges entre les communautés professionnelles et amateurs, ces dernières ne bénéficiant pas de même soutien que leurs confrères académiques. C'est

¹¹ Adresse web: <https://www.planetary-astronomy-and-imaging.com/astronomie-planetaire/a-propos-de-ce-blog/>

également ainsi que la collaboration Pro-Am peut s'affirmer, s'appuyant sur une même chance d'accès à l'éducation nécessaire pour intervenir dans des projets d'astronomie parfois complexes.

Mais la visioconférence s'est également immiscée de façon plus anodine dans les échanges entre scientifiques : des déplacements parfois coûteux ont pu être remplacés par des échanges par appel vidéo, simplifiant les communications de longue distance. Cette pratique s'est démocratisée ces dernières années, devenant une pratique incontournable du paysage scientifique. Non plus uniquement au cœur des échanges lors des réunions de coopération scientifique, la visioconférence est utilisée dans le cadre d'actions de discussion avec le public comme la Nuit Européenne des Chercheurs. Cet événement dématérialisé permet à des groupes de public d'échanger avec un chercheur, donnant parfois naissance à des sujets assez profonds, initiant de nouvelles personnes et ouvrant des possibilités avec les amateurs présents. Les événements tels que celui prennent parfois place en direct et sont médiatisés, la télévision apportant elle aussi son impact sur le paysage amateur. La Nuit des Étoiles [16] et la Fête de la Science sont maintenant des sujets abordés dans les Journaux Télévisés relayant les informations et valorisant ces expériences à travers un média, la télévision, bien plus accessible à tous qu'au début du millénaire.

2.4. Le développement de nouvelles technologies d'observation

Tout comme la télévision et les ordinateurs sont maintenant présents dans une majorité de foyers en France et de par le monde, d'autres technologies se sont démocratisées et devenues plus abordables, bénéficiant aux collaborations Pro-Am. À l'ère moderne, l'observation du ciel ne se fait plus à l'œil nu mais à l'aide de télescopes et lunettes astronomiques couplés à d'autres dispositifs technologiques avancés. Caméras et webcam, spectrographes, montures équatoriales, capteurs numériques, etc. ont évolué et se sont perfectionnées, amenant au développement de nouvelles technologies. Ainsi, les prix des anciens modèles deviennent financièrement accessibles aux astronomes amateurs n'ayant pas accès aux observatoires.

Bien que de nouveaux modèles plus performants existent, ces anciens modèles-ci restent viables et permettent une capacité d'observation non négligeable sur laquelle les collaborations peuvent souvent se baser. Couplées avec les guides partagés entre amateurs sur le web [26], ce matériel se trouve être d'une grande utilité dans les missions d'observation auxquelles répondent les passionnés. Il existe par exemple la technologie EMCCD (Electron Multiplying Charge Coupled Device) qui fait suite aux caméras CCD, les plus utilisées en astronomie amateur car moins onéreuses. Des tutoriels existent en ligne, expliquant avec détail la technologie et technique de ce type de matériel et simplifiant la prise en main.¹² Mais pour les amateurs n'ayant pas les moyens financiers, quelques observatoires proposent en France l'accès aux amateurs à leurs coupoles et instruments d'un diamètre >50 cm (conditions spécifiques à chaque site). Le site GEMINI possède donc une carte interactive [34] recensant ces lieux d'observation, souvent accessibles à distance par simple liaison internet. Le *Remote Control* permis par le développement de nouvelles technologies est donc un vecteur important de la démocratisation de l'utilisation des données amateurs en astronomie.

¹² Voir annexe 6

3. Vers une professionnalisation des amateurs ?

Les amateurs sont donc mieux équipés et plus nombreux qu'au siècle dernier, ils peuvent donc prendre des mesures plus fines utiles à des fins de recherche scientifique. Mais bien que leur implication soit de plus en plus reconnue, une majorité des programmes de collaboration reste à l'initiative des amateurs. Dans l'enquête sur les sciences participatives réalisée en 2013 par l'AFA, seulement 38% des programmes collaboratifs sont à l'initiative des professionnels et 50% d'entre eux sont pilotés également par des amateurs [17]. Cependant, ces derniers reconnaissent bien que les amateurs ont toujours eu des rôles à jouer, allant du rôle de simple observateur ponctuel à mécène ou au même niveau que des astronomes dont c'est le métier. Ainsi, déjà au XVIII^e siècle « *les astronomes peuvent être considérés comme des "professionnels" recevant, selon les établissements, des aides, pensions, subventions, primes et autres soutiens financiers.* » [7]. Trois siècles plus tard, la science ouverte a joué un rôle essentiel dans cette voie de perfectionnement et de légitimation des amateurs. Les logiciels libres et algorithmes mis à disposition ainsi que les bases de données ouvertes sont à portée de ceux qui le souhaitent. Cela permet *in fine* des résultats hybrides entre données acquises par les astronomes rémunérés et les amateurs. Pour ceux dont les compétences et la motivation sont fortes, l'ouverture à tous ces outils et informations devient une manière de se perfectionner et tenter de devenir comparable à celle des professionnels.

« La figure de l'amateur devient centrale, non parce qu'elle pourrait détrôner celle de l'expert, mais en ce qu'elle annonce une démocratisation s'appuyant sur des individus qui, du fait de leur niveau d'éducation et de leur accès aux nouveaux outils informatiques, ont construit des compétences dans le cadre de leurs loisirs, qu'ils peuvent ensuite diffuser à une échelle plus ou moins large. » (Boure, Lefebvre, 2015)

Ainsi, des astronomes amateurs parfois travaillant dans des métiers proches de l'astronomie tels que les ingénieurs opticiens ont pu devenir professionnels, comme les frères Henry ou l'astronome français André Couder. Mais la question de la professionnalisation des amateurs n'est pas unanime et ce cas reste relativement rare. Patrick Peccatte souligne le fait que les amateurs savent d'eux même qu'ils n'ont en général pas les ressources financières ni les compétences pour réaliser un travail de même ampleur que les astronomes attirés. De plus, ils se contentent de faire des recherches à partir de méthodes pré-existantes et n'ont pas vocation à développer de nouvelles méthodes de recherche [18].

III. La diversité des collaborations Pro-Am

De plus en plus d'amateurs signifie également de plus en plus de projets collaboratifs de recherche en astronomie. L'enquête de l'AFA en 2013 souligne fortement le fait que, déjà il y a dix ans le nombre de programmes existant tendait à croître, même exponentiellement selon le rapport Houllier. Et désormais, la demande des chercheurs de faire appel aux amateurs s'amplifie [17], donnant lieu à de nouvelles interactions entre professionnels et non-professionnels.

1. Collaboration dans un objectif d'aide à la recherche

Au fur et à mesure du développement, les types de coopérations scientifiques se sont diversifiés. Du simple curieux à l'amateur érudit, les programmes de collaboration ont su se diversifier en fonction des données que les chercheurs souhaitent récolter, de la qualité des observations et du nombre de personnes impliquées. Cela a donné lieu à un éventail de possibilités que nous allons aborder ci-dessous, pour lesquelles les interactions entre corps scientifique et public restent très différentes. Il existe trois catégories principales de collaborations Pro-Am :

- alertes données par les amateurs aux professionnels
- surveillance ponctuelle ou durable d'objets célestes, notamment lors de campagnes d'observation
- analyse et/ou interprétation des données, plutôt dans le cadre de collaborations actives

À l'intérieur même de ces catégories, tout un panel de contributions est possible [19] ; [8] et repose sur plusieurs choix de collecte de données.

Thierry Midavaine a réactualisé en 2022 sa base de données GEMINI, recensant les sujets potentiels de collaboration Pro-Am en France [20]. Ce document de près de 100 lignes permet de voir les sujets de collaboration, leur type, leur difficulté, les contacts, etc. Cependant, il ne fait pas mention des interactions entre les chercheurs et les amateurs. On peut donc se demander quel mode de communication privilégié est utilisé entre les deux partis dans le cadre de chacune de ces coopérations (ou bien par type de coopération). Il existe des projets invitant seulement les amateurs à faire part de leurs données, et pour lesquelles ils découvriront leur utilité dans les résultats publiés ensuite. Dans certains cas, les amateurs n'ayant fourni que peu de données ne savent pas si celles-ci ont réellement été utilisées ou écartées pour divers motifs.

Dans d'autres situations, il existe des compte-rendus ponctuels entre amateurs et professionnels, des échanges et parfois encore une forme de formation directe de la part des professionnels. Les interactions et l'utilisation du data amateur sont donc très variables d'un projet à l'autre. À l'heure actuelle, il existe assez peu d'informations sur les sites de soumission de d'observations concernant l'utilisation future des informations extraites des fichiers soumis. De même, il semble que l'on ne trouve que rarement dans les informations de campagne des textes invitant les scientifiques à mentionner les noms des amateurs dont les données ont été déterminantes par exemple. Selon le type de coopération, l'utilisation des données et donc la reconnaissance des amateurs peut varier, c'est ce que nous cherchons à étudier.

Les alertes données par les astronomes amateurs sont des collaborations lancées à l'initiative des non-professionnels. Elles sont les plus captivantes pour ces derniers et peuvent aboutir à une surveillance d'un objet céleste spécifique en demandant son observation avec les instruments plus performants des observatoires. Lors de la découverte d'événements avec un réel intérêt scientifique, on retrouve généralement le nom de l'amateur ayant lancé l'alerte dans les papiers scientifiques publiés par la suite. Cette association de l'amateur aboutit dans certains cas à une collaboration dans le temps pour l'étude de l'article afin d'inclure totalement la personne à l'origine de cette découverte. Dans ces cas, la

découverte de l'amateur lui est rendue, tandis que l'analyse des résultats revient généralement aux scientifiques. Ce type de découverte de la part des amateurs est cependant relativement rare. Des télescopes de petit diamètre, mais possédés par un grand nombre d'amateurs, sont parfois préférables pour certaines études. Les sciences participatives sont alors pleinement utiles dans ce cas et les astronomes professionnels valorisent de plus en plus ce type de contribution. [39] C'est notamment la grande force des amateurs : l'observation massive de phénomènes céleste souvent "transitoires" qui sont suivis par des télescopes certes moins précis mais qui couvrent au final une grande portion du ciel. Un télescope moins puissant équivaut à voir moins loin dans l'espace, alors que les scientifiques possèdent généralement des instruments plus performants permettant de voir plus loin dans l'espace, et donc dans le temps. Avoir recours à la quantité d'informations pouvant être fournies par des amateurs sur des phénomènes proches est donc une ressource de taille, permettant d'observer des phénomènes sur lesquels les professionnels n'ont pas forcément autant de temps à consacrer [14].

De plus, les réseaux amateurs sont souvent très réactifs aux alertes lancées et leur répartition géographique outrepassant les problèmes météorologiques d'observation en un seul point sont décisifs. La majorité des collaborations en France se font donc dans le cadre de campagnes d'observation, généralement internationales, rassemblant nombre d'amateurs. C'est par exemple le cas de la campagne ACROSS (Asteroid Collaborative Research via Occultation Systematic Survey) menée par l'Observatoire de la Côte d'Azur (OCA) en coordination avec l'Université Aristote de Thessalonique (AUTh) en Grèce, dans le but d'améliorer les prédictions des NEA (Near Earth Asteroids). Les alertes et le dépôt des données sont centralisés sur la plateforme *Occultation Portal*, laquelle sert de base de données ouverte accessible à chaque personne ayant enregistré un compte. Concernant l'aide aux amateurs, le projet possède une page de tutoriels à disposition sur la page du laboratoire Lagrange de l'OCA dédiée au projet ACROSS mais ne semble pas avoir d'échanges directement avec les chercheurs. Les résultats obtenus dans le cadre du projet sont disponibles sur une page dédiée. Les observations enregistrées dans le cadre d'un événement sont mises à disposition, ainsi qu'une description des graphiques et résultats obtenus. Ceux-ci s'accompagnent du nombre d'observations de qualité suffisante pour être retenues et utilisées dans les graphiques, ainsi que le pourcentage que cela représente par rapport au total d'observations rapportées dans la base de données, comme écrit dans la figure 7.

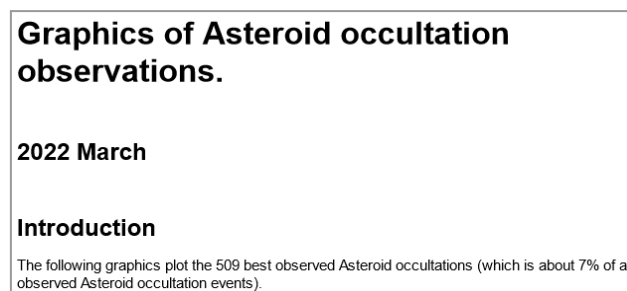


Figure 7 : Extrait du rapport d'observations de l'astéroïde Phaeton en accès libre

Les informations de l'outil OCCULT mis en place pour réaliser des prédictions et analyser les observations déposées sont également disponibles. En cliquant sur le lien indiquant la source

“OCCULT” sous l’article des résultats, une mention du Copyright demandant la reconnaissance de la contribution des astronomes [43] se trouve tout en bas de page (voir Figure 8). Cependant, on observe bien que cette phrase n’est pas facilement accessible et nécessite d’aller fouiller assez profondément dans le site.

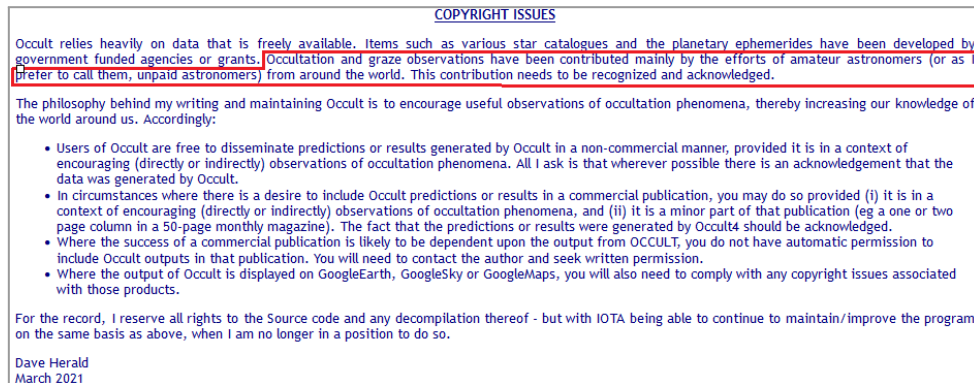


Figure 8 : Extrait statuant les Copyright de l’outil OCCULT et la mention des contributions amateurs

Néanmoins ce type de demandes de reconnaissance semble se démocratiser et certains projets encouragent ces comportements et demandent explicitement à intégrer le nom de l’amateur dans les coauteurs de la publication. C’est le cas de la base de données BeSS (Be Star Spectra) administrée par l’Observatoire de Paris-Meudon [45] qui affiche le texte en figure 9 sur la page principale du site web.

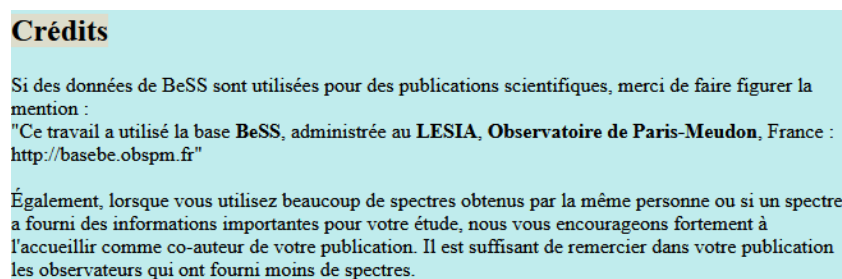


Figure 9 : Extrait de la page d’informations sur les crédits de la base de données BeSS

D’autres collaborations dans le cadre de campagnes d’observation plus récentes proposent d’aller plus loin dans le processus de collaboration active. Dès l’origine du projet, Sarah Antier et Damien Turpin, créateurs du réseau GRANDMA (Global Rapid Advanced Network Devoted to the Multi-messenger Addicts) ont souhaité intégrer des sciences participatives. Cependant, la difficulté pour les astronomes amateurs de se lancer dans des observations d’événement inconnus était un frein à la pleine réalisation du projet. Il a donc été décidé de former ces amateurs, parfois même déjà expérimentés dans d’autres types d’astronomie, et de les accompagner lors du déroulement des campagnes d’observation [21]. Dénommé *Kilonova catcher*, la collaboration Pro-Am s’intègre parfaitement au projet GRANDMA. L’idée principale dans cette collaboration active est de « mettre sur le même plan les professionnels et les amateurs, notamment dans la signature des articles scientifiques, car tous contribuent à

un même résultat ». En effet, dans les publications scientifiques cosignées¹³ et reposant sur des observations amateurs, une explication du programme ainsi que de l'utilisation des télescopes est apportée¹⁴. Il est également fait mention explicite des résultats obtenus par les sciences participatives (dénommées Kilonova-catcher et surlignées dans la figure 10 en exemple) tout au long du document. Un tableau complet est également dédié aux données labellisées par observateur amateur¹⁵ et distinguées des données professionnelles, et faisant mention du nom de l'observateur, reconnaissant pleinement leur participation et non comme une catégorie homogène. De plus, la section "Acknowledgement" comporte la phrase suivante « *The GRANDMA collaboration thank the amateur participants to the kilonova-catcher program.* ».

Alert	Time (UTC)	Type	Dist (Mpc)	90% c.r. (deg ²)	Telescope	δt (h)	AT (h)	Lim. mag	Prob (%)	Area (deg ²)
S191205ah ^a	21:52:08	NSBH (93%)	385 ± 164	6378	GRANDMA	2.9	151.6	18	4.8	158
					FRAM-Augur	8.2	1.4	16.5	0.5	20
					TCA	18.9	133.2	18	3.0	71
					TCH	2.9	151.6	18	1.2	68
S191213g	04:34:08	BNS (77%)	201 ± 81	4480	GRANDMA	0.9	120.4	18	0.6	43
					FRAM-CTA	0.9	0.3	15.2	< 0.1	1
					TCA	47.6	73.3	18	0.5	42
					Kilonova-catcher	39.8	13	18	< 1	< 1
S200105ae	16:24:26	NSBH (3%)	282 ± 74	7373	GRANDMA	27.5	130.2	17-18	12.5	356
					FRAM-Augur	60.0	1.7	15.8	0.6	20
					FRAM-CTA	28.1	1.5	16.3	0.2	5
					TCA	27.5	118.2	18	3.2	70
					TCH	59.0	98.7	18	3.3	70
					TRE	48.0	26.5	17	9.9	295
S200213t	04:10:40	BNS (63%)	201 ± 80	2326	GRANDMA	0.4	164.8	16-21	32.8	281
					FRAM-Augur	20.3	1.3	16.0	0.1	15
					FRAM-CTA	15.3	1.5	17.3	4.0	4
					TCA	0.4	163.3	18	30.4	70
					TCH	45.1	120.1	18	< 0.1	4
					TRE	12.0	31.0	17	0.8	193
					OAJ	15.0	1.5	20.1	17.5	25
					UBAI/NT-60	161.8	73.9	17	< 1	< 1
					UBAI/ST-60	161.0	73.1	17	< 1	< 1
					VIRT	187.3	0.5	17	< 1	< 1
Kilonova-catcher	22.0	120	16-19	< 1	< 1					

Figure 10 : Tableau de résultats extrait d'une publication scientifique du projet GRANDMA [22]

Cet ensemble n'est pas anodin et révèle les avancées en matière de reconnaissance de l'utilité des sciences participatives dans la production de connaissances dans le secteur de l'astronomie.

La structure ARAS (Astronomical Ring for Access to Spectroscopy), proposée sur le site GEMINI également, propose un autre niveau de collaboration scientifique. N'étant pas une collaboration à proprement parler, cette initiative encourage et accompagne les amateurs à participer à des collaborations scientifiques de tous niveaux en mettant en place une base de données consultable en ligne [38]. Une vérification de la qualité des données est effectuée pour garantir une possible exploitation de celles-ci dans des projets scientifiques divers. Des projets techniques conduits par un collectif de professionnels et d'amateurs sont mis en place pour améliorer la prise de données par les ces derniers, contribuant à la participation Pro-Am à plus grande échelle. Un forum très actif (depuis 2011) permet de partager facilement et rapidement des informations entre tous les acteurs de cette plateforme d'échange et de dépôt de données [46]. Mais tandis que ce type de base de données est

¹³ Voir annexe 7

¹⁴ Voir annexe 8

¹⁵ Voir annexe 9

surtout destiné aux amateurs relativement expérimentés, d'autres projets amateurs se tournent vers le grand public, voire même vers le public néophyte. Le projet Vigie-Ciel, initiative française dépendant du plus large projet FRIPON (Fireball Recovery and InterPlanetary Observation Network) [48] invite tout un chacun à témoigner sur l'observation de différentes données liées aux météorites, même observées à l'œil nu [49]. Dans la capture d'écran en figure 11 ci-dessous, on constate le visuel très attractif et ludique du site, associé à des formulaires de dépôt de données très simples et où les observateurs sont pleinement guidés¹⁶.



Figure 11 : Capture d'écran des liens cliquables pour accéder aux sciences participatives sur le site vigie-ciel.com

Les données sont enregistrées et disponibles, conservant le nom de chaque observateur, les informations déposées et les commentaires ajoutés. Ces données sont également rassemblées sur des cartes permettant une claire visibilité des données récoltées par les amateurs de par la France entière¹⁷.

Pour terminer, il est intéressant de noter que les collaborations Pro-Am suscitent aussi un intérêt grandissant pour les missions d'exploration spatiale [23] en réalisant des observations depuis le sol avec leurs détecteurs de plus en plus performants. C'est dans cette optique qu'a été créée la commission Astronautique et Techniques Spatiales de la SAF¹⁸. Rassemblant amateurs avertis et scientifiques spécialisés, le but est d'étudier les aspects techniques à différentes échelles dans ce domaine, menant à la production de posters, d'articles, d'échanges avec le grand public également. Des prix sont également décernés pour « récompenser les meilleurs travaux de recherche concernant les fusées et la navigation dans l'espace ». Comme mentionné dans l'article présentant cette initiative, la commission se tient chaque mois, permettant un réel échange entre les acteurs de ces travaux de recherche et perfectionnement.

À l'heure actuelle, on a pu observer que le travail des amateurs n'est pas toujours valorisé ou même indiqué à la même échelle. Bien que leur apport aux projets soit globalement reconnu, les efforts

¹⁶ Voir annexe 10

¹⁷ Exemple en annexe 11

¹⁸ Voir annexe 12

pour les impliquer dans les projets ne s'exercent pas de la même manière et n'ont pas les mêmes effets sur le long terme. L'investissement des non-professionnels et la reconnaissance par les académiciens se renforce, mais les amateurs restent surtout un lien privilégié entre le grand public et les observatoires ainsi que des sources de données à grande échelle. Cependant, l'implication en constante augmentation des amateurs a permis, avec l'avènement de l'ère digitale, des apports substantiels dans les avancées scientifiques en astronomie [19] et le développement de nouveaux programmes à visée d'initiation ou de perfectionnement. Une dynamique d'échange réelle entre professionnels et non-professionnels semble voir le jour et se concrétiser dans les projets d'avenir.

2. Collaboration dans un but de diffusion des savoirs

Dans la continuité des relations entre amateurs et professionnels et d'une idée de formation du grand public (néophytes ou érudits) ou de perfectionnement des amateurs, plusieurs initiatives sont nées en collaboration active, incluant tout autant les professionnels que les amateurs du secteur. Ces collaborations n'ont pas nécessairement une volonté de production des savoirs, même si cela peut constituer une part relative de ces collaborations.

Si les scientifiques sont volontaires pour consacrer leur temps dans ce type de collaborations, c'est lié à la mission de diffusion des connaissances et à la possible création de vocation chez le jeune public par exemple. Ainsi, selon une étude de 2009 [13], de nombreux clubs d'astronomie déclarent avoir parmi leurs membres des jeunes ayant maintenant un métier dans ce secteur (chercheur, ingénieur) et cette dynamique tend à se confirmer aujourd'hui. À l'heure actuelle, des événements coorganisés entre scientifiques et amateurs voient le jour ou se perpétuent [24], tels que la Nuit Coupoles Ouvertes (NCO). Cet événement organisé par l'OCA se déroule tous les ans durant l'été, pour une soirée où clubs d'astronomie des Alpes-Maritimes et chercheurs et ingénieurs de l'observatoire se rassemblent sur le site scientifique de Calern pour sensibiliser et instruire le grand public.

Ayant été au cœur de l'organisation de cet événement durant mon stage, j'ai pu comprendre la réelle coordination entre l'OCA et les quinze clubs d'astronomie amateur qui ont été invités lors de cette manifestation. Une grande place leur est accordée, tant sur le site en lui-même que sur les documents de présentation et programmation. C'est un réel apport, et la NCO n'aurait pas le même impact et n'attirerait pas autant de visiteurs sans ces clubs amateurs. C'est une manifestation en collaboration qui vise donc à une stabilité entre les observations et l'implication de tous. De plus l'OCA propose une autre collaboration nommée ARGETAC (Association Régionale pour la Gestion du Télescope Amateur de Calern). Cette initiative propose l'accès au TAC placé sur le site d'observation de Caussols pour les huit associations régionales faisant partie du contrat. Celles-ci ont un accès libre au site scientifique pour utiliser le télescope comme elles le souhaitent, que cela soit pour s'entraîner ou à des fins d'aide à la recherche. De plus, les associations peuvent demander aux chercheurs de l'OCA certaines conférences réservées à leurs membres (organisation interne avec les chercheurs volontaires).

En échange, ces clubs d'astronomie doivent participer à des événements publics organisés par l'OCA, dont la NCO mentionnée plus haut. C'est donc une collaboration et un échange entre les deux

partis, accentuant aussi la présentation de l'astronomie au grand public. Ce type de coopération se répand et donne lieu à de nouvelles initiatives initiées de plus en plus récemment telles que les formations d'animateurs Vigie-Ciel, le projet dépendant de FRIPON mentionné dans les collaborations à but scientifique. Des formations sont organisées en coopération avec des chercheurs et personnes spécialisées dans le projet et les météorites, visant à initier et perfectionner les amateurs d'astronomie afin qu'ils puissent organiser leurs propres recherches et animations dans le cadre du projet Vigie-Ciel. Ceux-ci pourront à terme devenir eux-mêmes formateurs et ainsi répandre la culture sur ce sujet. Ces formations en collaboration entre professionnels et amateurs permettent donc une formation de ces derniers et un enrichissement des échanges avec un déploiement dans l'espace et le temps. La figure 12 donne la présentation de ces formations telle qu'affichée en ligne sur le site de Vigie Ciel.

FORMATION POUR DEVENIR ANIMATEUR VIGIE-CIEL

Vous connaissez le sujet en tant que professionnel mais pas toutes ses facettes ? Vous souhaitez vous investir davantage dans Vigie-Ciel et organiser des recherches sur le terrain ? Il vous faut une formation approfondie.

Une première formation s'est tenue sur 2 jours à Paris en juillet 2017 :

- Formation théorique sur les météores, les météorites et les cratères
- Formation à l'utilisation des mallettes pédagogiques
- Formation aux protocoles de participation (observation de bolide, recherche sur le terrain)

Elle a été assurée par des chercheurs, enseignants et médiateurs expérimentés. La prochaine session vous sera communiquée sur ce site web.

A l'issue de cette formation, les participants sont devenus en majorité des ambassadeurs de Vigie-Ciel capables d'organiser des formations à leur tour dans leur région, pour former de nouveaux animateurs Vigie-Ciel ou pour s'adresser au grand public.

Figure 12 : Extrait de la page dédiée aux formations sur le site Vigie-Ciel

Ce type de collaboration à visée de formation et d'instruction des non-professionnels se développe sous différentes formes. Au cours de mes recherches, j'ai découvert un site référençant les posters produits par les collaborations Pro-AM et présentés lors des Journées SF2A [53]. Ce site étant ouvert à tous, il permet de s'instruire gratuitement sur l'astronomie amateur et particulièrement sur les projets de collaboration Pro-Am qui sont au cœur de cet événement. Par ailleurs, il est possible de laisser des commentaires et d'échanger sur chaque poster avec la communauté grâce à une fonction de chat intégrée.

Les collaborations à but d'échange entre professionnels et amateurs et d'instruction du grand public sans nécessairement demander d'aide à la production des savoirs sont en pleine expansion et se diversifient. Si en 1990 Cecylia Iwaniszewska fait le constat que seulement environ 10% des amateurs s'intéressent à l'instruction du public [25], l'intérêt pour ce domaine a largement augmenté au XXI^e siècle. Une grande partie d'entre eux sont basés sur les événements partagés et sur les formations. Ils proposent généralement de nombreuses interactions non seulement avec le public mais surtout avec les amateurs, permettant de renforcer les liens entre les deux communautés.

IV. Comprendre les relations entre professionnels et amateurs au XXI^e siècle : discussion avec les participants de projets collaboratifs

Les échanges entre professionnels et amateurs peuvent être très différents comme on a pu le voir. Les informations mises à disposition en ligne et dans les documents étudiés nous donnent un aperçu de l'utilisation des données et des rapports entretenus entre les différents acteurs de la science dans les projets de collaboration en astronomie. Cependant, il est intéressant de mieux comprendre ces choix d'interaction et leurs enjeux en prenant contact avec des scientifiques et passionnés s'impliquant eux-mêmes dans les sciences participatives dans cette discipline en sciences dures.

1. Choix de l'outil méthodologique

Plusieurs méthodes auraient été possibles pour recueillir un aperçu provenant de personnes impliquées dans les collaborations en astronomie. Cependant, c'est au travers de discussions avec amateurs et scientifiques professionnels lors de mon stage à l'Observatoire de la Côte d'Azur que j'ai été orientée vers ce sujet de mémoire. Les informations récoltées lors de ces premiers échanges me semblaient assez importantes et prenaient souvent un angle d'approche différent des rapports déjà rédigés, amenant à de nouveaux questionnements sur les collaborations.

Ayant côtoyé plusieurs initiatives de ce genre lors de mes 3 mois de stage, j'ai pu me familiariser avec les différences entre les projets et de ce que cela impliquait en termes de relations Pro-Am. Comme étudié en abordant les projets nommés dans les parties précédentes, les interactions sont en évolution mais sans constater une homogénéité entre toutes les collaborations Pro-Am en France. Dans l'idée d'approfondir mes recherches et de préciser ce sujet lors de mon mémoire de Master 2, j'ai choisi de réaliser des entretiens préliminaires me permettant de mieux définir les informations essentielles liées à ce sujet. Les discussions directes avec les acteurs de la science à différents niveaux permettent aussi, lors d'entretiens semi-directifs, d'aborder des aspects qui peuvent ne pas apparaître sur les documents numériques et sites web, ou ne pas avoir été abordés dans aucune étude pour le moment. C'est également cette idée d'ouverture de parole à travers un échange qui m'a motivée à ce choix méthodologique.

N'ayant par ailleurs jamais fait d'entretien dans le cadre de la rédaction d'un document de ce type, j'ai saisi l'opportunité du mémoire pour apprendre à appliquer cette méthodologie et maîtriser les techniques d'enquête qualitative. Le but de ces entretiens est de confronter les hypothèses acquises à travers l'état de l'art. Il s'agit surtout d'entretiens à but exploratoire car la quantité d'entretien est moindre et l'on ne peut donc pas en tirer de résultats officiels. Ils permettent de réaliser une première analyse croisée des résultats entre deux projets différents selon trois angles : entre professionnels, entre amateurs et en confrontant les visions des amateurs et des professionnels en dernier lieu. Le but principal est donc de faire ressortir les similarités, divergences et spécificités de ces projets.

1.1. Construction des entretiens et de l'analyse

Les discussions que j'ai pu avoir avec passionnés et scientifiques en astronomie lors de l'organisation et du déroulé de la Nuit Coudes Ouvertes m'ont amené à une première hypothèse, déjà vérifiée par l'état de l'art réalisé : les collaborations en astronomie se développent au XXI^e siècle, mais surtout se diversifient notamment grâce aux avancées propres à notre siècle. Ces projets peuvent varier dans le temps mais également la forme qu'ils prennent et l'implication demandée aux amateurs. Une autre hypothèse est que les interactions entre professionnels et amateurs se sont renforcées, menant à une plus forte aide dans la production de savoirs scientifiques grâce à la formation des amateurs. Cependant, cette évolution est récente et pas forcément à la hauteur des attentes de tous. Enfin, on peut s'imaginer que les coopérations Pro-Am vont évoluer dans le futur et que d'autres ressources doivent y être consacrées (temps de travail, financements, reconnaissance...).

En se basant sur ces idées principales, j'ai pu réaliser deux grilles d'entretien semi-directifs adaptées aux amateurs et aux professionnels, disponibles respectivement en annexes 13 et 14. Les grilles sont similaires mais l'orientation des questions est parfois différente, s'adaptant à la position de la personne dans les projets de collaboration. De plus, la question de la qualité des données est posée uniquement aux professionnels, en présumant que les amateurs ne sont pas en position d'y répondre. Afin de s'assurer que les questions sont compréhensibles, des questions de reformulation (ou "clarification") ont été développées, ainsi que des questions complémentaires en cas de réponse partielle. Dès le début, il a été pensé qu'au cours de la discussion, il était possible que d'autres sujets d'intérêt ressortent, sur lesquels il sera également possible de construire un nouvel angle de réflexion. Les entretiens ont par ailleurs été enregistrés en plus de la prise de notes afin de pouvoir revoir les séquences et s'appuyer sur des données sûres et archivables.

Mon stage se tenant à l'OCA, et ayant déjà pu avoir plusieurs échanges avec des professionnels agissant dans le cadre de différents programmes portés par cet établissement, il m'a naturellement semblé intéressant de creuser ces pistes et d'approfondir les conversations précédentes par des entretiens spécifiques. Il m'a semblé très important de contacter des amateurs qui étaient attachés et impliqués dans les programmes des professionnels sélectionnés. Cela permet en effet une comparaison entre les points de vue des deux communautés, mettant possiblement en avant les incompréhensions de l'un ou l'autre parti ou au contraire les avancées communes.

Cinq demandes d'entretien ont été envoyées par mail : 2 professionnels et 3 amateurs ont été contactés avec le modèle disponible en annexe 15. Finalement, il m'a été possible de m'entretenir avec un corpus constitué des deux chercheurs et deux des trois amateurs. Il est à noter que les grilles d'entretien n'ont pas été communiquées en amont aux participants, ne leur permettant pas de pré-construire une réponse. Les réponses obtenues sont donc spontanées. Les entretiens sont analysés dans la suite du document en suivant une méthode qualitative se basant sur une analyse thématique des réponses. Cette analyse est transversale, travaillant chaque thème en considérant les extraits des différents entretiens qui font allusion à celui-ci. Les thèmes sont les suivants :

- Évolution des projets de collaboration au cours du XXI^e siècle

- Récolte et utilisation des données
- Interactions Pro-Am
- Valorisation des amateurs
- Possibilités d'amélioration évoquées
- Volonté d'implication dans de nouveaux projets de collaboration

La grille en annexe 16 apporte des précisions sur les points d'intérêt analysés dans la suite du document. Ceux-ci sont abordés à travers une restitution des aspects majeurs répondus par les participants, suivis pour chacun de l'analyse associée. Les *verbatim* pour chaque thématique sont indiqués en italique entre guillemets.

1.2. Limites de ces méthodes

Toute méthodologie comporte ses propres limites. Premièrement, il n'y a que peu d'entretiens réalisés ce qui peut constituer un biais dans les connaissances rapportées. N'ayant pas un large panel de personnes interrogées, les résultats peuvent ne pas refléter l'entièreté de la situation sur les collaborations Pro-Am au XXI^e siècle en astronomie, ce qui peut aussi constituer un biais de sélection. Les réponses des personnes sondées peuvent aussi constituer un biais de désirabilité en mettant en avant uniquement les facettes positives lors de la formulation de leurs réponses. Ces entretiens se concentrent par ailleurs sur des initiatives jugées pertinentes et représentatives de l'évolution des sciences participatives en astronomie mais là aussi cela peut constituer une limite au processus de recherche en évitant sciemment d'autres projets qui pourraient être plus représentatifs du sujet. L'analyse et l'interprétation des entretiens doit donc prendre en compte l'ensemble des limites de cette méthode afin d'être la plus proche possible des faits.

2. Eléments préliminaires

Les entretiens portant sur le programme Kilonova Catcher durant respectivement 51 minutes avec Sarah Antier et 1 heure 14 avec Denis Marchais, ceux-ci sont tous deux plus longs que pour le second projet pour lequel les durées d'entretien étaient de 37 minutes avec Paolo Tanga et 41 minutes avec Arnaud Leroy. Il est à noter que l'entretien avec Denis Marchais contient beaucoup de notions répétées à plusieurs questions. Cependant, l'idée globale se retranscrit par bien plus de matière à exploiter sur le projet GRANDMA, et donc une analyse plus complète et profonde de cet angle de vue.

2.1. Le discours des professionnels

Le premier entretien a été conduit avec Sarah Antier, porte-parole du projet GRANDMA et à l'initiative de la collaboration Pro-Am *Kilonova-catcher*¹⁹. Ce projet a été choisi car il est l'un des plus intéressants et semble être l'un des plus avancés en France en matière de relations Pro-Am. Lors de la création du programme GRANDMA en 2019, il était l'un des seuls en sciences participatives en France à bénéficier d'une aide de l'Observatoire de Paris qui avait investi 200 000 euros dans ce type de projet.

¹⁹ Plus d'infos sur <https://grandma.ijclab.in2p3.fr/education-and-public/amateur-astronomy/>

Le second entretien a été réalisé avec Paolo Tanga, coordinateur principal du projet ACROSS. Ce projet d'initiative française est européen, bénéficiant d'un financement de l'ESA pour un an, mais dont la gestion et l'analyse des résultats sont la responsabilité de la France qui est donc à l'origine de la production des résultats. C'est un projet qui est à l'initiative de scientifiques, qui organisent et coordonnent les actions, et dont la participation des amateurs a été discutée dès l'origine.

Le premier aspect abordé lors des entretiens a été l'évolution des collaborations Pro-Am en astronomie depuis le début de notre siècle. Sarah Antier étant jeune chercheuse, elle n'a pas pu répondre à la question car son projet est le premier auquel elle prend part en tant que scientifique. Paolo Tanga pense quant à lui que *“les avancées techniques offrent des possibilités nouvelles”* mais pas vraiment de changement dans les relations Pro-Am car il a *“l'impression que la communauté amateur en France est déjà prise en considération depuis longtemps”* comme une *“tradition ancrée”*. Cela confirme le fait que les projets collaboratifs se sont anciennement implantés sur le territoire et se sont perpétués depuis. Cependant, les autres avancées propres à notre siècle ne sont pas mises en avant comme l'a montré notre recherche préalable.

Le second axe d'interrogations concerne la récolte et prise en compte des données. Dans les deux projets, les professionnels ont indiqué que les amateurs participant à leurs programmes sont en général équipés et aptes à récolter leurs données sans aide nécessaire, si ce n'est des indications données dans les alertes. Par conséquent, ils annoncent tous deux que leurs projets font appel à un public moins massif car ce n'est pas à la portée de tous. Sarah Antier annonce que *“les amateurs sont principalement chargés de la collecte de données”* mais peuvent également pour les plus érudits se charger de l'analyse et de l'interprétation, bien qu'en général réalisées par les chercheurs. Paolo Tanga dit pour sa part que les amateurs *“savent réduire leurs propres données”*. Dans les deux cas de figure, les données des chercheurs et amateurs sont considérées comme étant *“un même type d'entité”*.

À l'exception des indications de positionnement des télescopes données par les scientifiques, les deux catégories d'astronomes sont donc considérées de la même façon quand il en vient aux observations elles-mêmes. Les données récoltées par les amateurs sont considérées comme étant de même qualité que celles des chercheurs si leurs astuces et conseils d'observation sont respectés. Les deux professionnels indiquent que les scientifiques n'ont pas nécessairement des données de meilleure qualité, mais *“cela dépend également du matériel utilisé par les amateurs”*. Selon Sarah Antier, il y a environ 140 abonnés (amateurs) à l'heure actuelle recevant les alertes de Kilonova catcher (beaucoup d'informations et d'entraide passent entre associations entre amateurs particuliers sur le réseau Slack), et environ 40 observations différentes de télescopes ont été envoyées lors de la dernière campagne. Seulement 5 sur 40 (soit 12,5 %) ont pu obtenir une précision digne des observatoires professionnels. Elle insiste fortement sur le fait que *“ces données sont toutes aussi importantes, même en faible quantité”*. Cela indique *“une évolution de la qualité des observations des amateurs”* car ce type de précision n'était pas atteignable il y a quelques dizaines d'années, Sarah Antier le confirme elle-même dans son discours.

La récolte des données se fait de manière différente entre les deux projets. Pour GRANDMA, les scientifiques et les amateurs ne déposent pas leurs données sur le même site web. Sarah Antier indique que le site Kilonova-catcher a été *“conçu spécifiquement pour les amateurs”*, à qui il n'est pas demandé de

traiter leurs propres images, l'exploitation scientifique des données étant prise en charge par les établissements académiques. Si certains amateurs sont en capacité de le faire, il est bien sûr accepté qu'ils réduisent leurs données par eux-mêmes mais généralement ce sont les scientifiques qui, grâce à leur formation académique, ont les compétences pour réduire les données. Paolo Tanga me dit lors de l'entretien que la coordination du projet se fait ici à la main majoritairement : les rapports d'observations se font "*sous la forme de formulaires textuels à compléter qui sont ensuite envoyés par mail au centre de coordination*". On observe donc que les méthodes de récupération sont hétérogènes à ce niveau.

Le troisième aspect abordé ici est un des plus importants et repose sur les interactions entre professionnels et amateurs. Lors des deux entretiens, une question visant cet axe-là a été posée, mais les informations ont été complétées par des éléments de réponse à d'autres questions. L'analyse suivante se base donc sur l'intégralité des informations récoltées se référant à ce sujet dans son ensemble.

Pour GRANDMA comme pour ACROSS, les professionnels interrogés s'accordent à dire que les scientifiques peuvent aider les amateurs à exploiter scientifiquement les données récoltées s'ils le souhaitent. Cela participe à former activement les non-professionnels "*dans le but d'une montée en compétences continue*" selon Sarah Antier. Elle informe également qu'un "*traitement systématique des données*" est aussi mis en place, quel que soit le niveau d'expérience de l'amateur, "*avec retour vers les observateurs*". Paolo Tanga parle pour sa part d'une "*aide pour les questions techniques*" mise en place si cela est nécessaire.

Sarah Antier a répondu à la question des échanges entre amateurs et professionnels en mentionnant le fait suivant : des "*réunions trimestrielles à destination des amateurs*" sont organisées, dans lesquelles des scientifiques du projet GRANDMA interviennent pour discuter de l'avancement du projet et des résultats obtenus avec les observations de tous. Elle indique que les amateurs sont également invités à "*participer à la relecture des publications scientifiques avant leur soumission*" à la revue scientifique. Elle annonce avoir eu des retours par les amateurs eux-mêmes selon lesquels les interactions entre professionnels et non-professionnels sont une des forces du projet, expliquant "*l'implication des amateurs sur le long terme*".

Paolo Tanga a répondu en évoquant la prochaine phase concrète du projet ACROSS, montrant selon lui les interactions Pro-Am dans le programme en plus de l'aide sur les données. Selon le chercheur, il y a en août une observation au Portugal pour laquelle 8 télescopes professionnels (plus une douzaine envoyée par la NASA) sont envoyés à Porto et "*réceptionnés par les amateurs et professionnels tous ensemble*" qui s'y sont déplacés pour les observations. Il y a "*une trentaine de personnes rassemblées dont une majorité est des amateurs*" qui "*peuvent utiliser le matériel des professionnels*" sans distinction avec ceux-ci. Bien que les deux cas soient différents, les projets font chacun part d'une avancée dans un investissement des amateurs et une confiance réciproque. Ce sont des avancées très pertinentes car permettant d'une part d'améliorer les relations et de fidéliser les amateurs, et d'autre part pouvant permettre dans le cas d'ACROSS de recevoir plus d'aide dans le projet en donnant une place aux amateurs formés n'ayant pas de matériel personnel.

Subséquent aux interactions entre professionnels et amateurs, les résultats produits par les recherches engagées dans les projets de collaboration sont à étudier. Pour les deux projets, les noms des

participants ayant participé à la récolte des données sont cités comme coauteurs de la publication, chercheurs et amateurs mélangés sans distinction, la liste se faisant par ordre alphabétique. Cependant, Paolo Tanga associe également comme coauteurs les noms des amateurs ayant eu des “*données non exploitables*” (problème météorologique, mauvais calibrage, etc.). La participation au projet est donc encouragée quelles que soient les circonstances et le travail des amateurs est valorisé. Les deux responsables des programmes reviennent à plusieurs reprises sur le fait que les amateurs sont également mentionnés comme auteurs et pas simplement remerciés au cours du document. Sarah Antier mentionne dans sa réponse l’Université Paris Saclay, active du projet GRANDMA, qui a mis en place “*une charte de déontologie signée par les chercheurs qui vise à protéger les amateurs et leurs observations*”. L’idée développée est donc que, même si ce ne sont pas des ressortissants académiques, leurs données doivent être protégées et valorisées dans le cadre d’une utilisation pour un projet scientifique.

Paolo Tanga informe avoir reçu des retours d’amateurs. Selon ses dires, les amateurs n’ont “*pas forcément la même motivation que les astronomes professionnels, pas nécessairement l’envie ni la motivation de réaliser les calculs mathématiques et tout ce qui va de pair*” avec ces aspects plus techniques mais ils “*tirent satisfaction que leur observation soit disponible sur un site public*”, qu’elle soit utilisée dans le cadre du projet ou utilisable ailleurs également. Il complète en mentionnant le fait que, dans le cadre d’ACROSS les résultats du projet sont en accès libre et envoyés par listes de diffusion de messageries, souvent retransmis entre communautés d’astronomes par le biais des réseaux sociaux comme Twitter. La valorisation des amateurs semble donc être établie avec leur reconnaissance formelle dans les publications scientifiques. Plus encore, la protection de leurs données propres commence à être discutée dans une instance académique, événement jamais évoqué auparavant. La gratification apportée par l’implication des amateurs dans ces travaux est comprise et respectée.

Pour poursuivre dans cette idée de progrès, une notion importante qui a été demandée lors de tous les entretiens concerne les envies et possibilités d’amélioration du point de vue des chercheurs en termes de collaboration. C’est d’ailleurs la question à laquelle les réponses formulées étaient les plus détaillées et diverses. À l’exception de rares questions d’approfondissement, toutes les informations données par les deux professionnels interrogés ont été données très rapidement, indiquant leur réflexion personnelle sur ce sujet auparavant, sans que je n’ai introduit la question plus tôt.

Sarah Antier et Paolo Tanga ont tous deux évoqué des idées similaires lors des entretiens. Premièrement, le fait qu’il n’y a “*pas de valorisation de ces projets*” au niveau des instances académiques et des financeurs. Comme l’évoque Sarah Antier : “*l’ANR ne prend pas en compte les sciences participatives dans les projets*” et cela réduit donc les possibilités de financement et de mise en place des sciences collaboratives dans ce secteur. Paolo Tanga partage le même point de vue et ajoute que le travail mis en œuvre pour la réussite du projet de sciences participatives n’est “*pas valorisé dans le parcours des scientifiques*”. Sarah Antier complète cette idée en ajoutant que “*cela implique que les chercheurs ne sont pas nécessairement rémunérés à la juste valeur de leur travail lorsqu’ils s’engagent dans de tels projets, bien qu’ils mènent à la production de savoirs scientifiques*”. Elle indique un exemple pertinent, le cas de son collègue Damien Turpin, qui a dédié une partie de son propre temps libre au développement du site web du projet car ce n’est pas considéré comme un projet du CEA (participant pourtant au projet GRANDMA). Paolo

Tanga expose aussi le cas des projets à l'initiative d'amateurs : *“à l'exception des campagnes spécifiques comme ACROSS qui est à l'initiative de professionnels, la récolte des données et la mise en ligne des résultats se fait par les amateurs sur leur temps libre”*, ce qui demande beaucoup d'implication et de temps et peut limiter la volonté de création et participation à des collaborations Pro-Am initiées par les amateurs.

Paolo Tanga et Sarah Antier se placent tous deux du point de vue suivant : pour faire progresser les initiatives de coopération Pro-Am, il est donc nécessaire de progresser en reconnaissant et valorisant les structures et projets *“dans le but de recevoir des fonds adaptés et des moyens d'aide pour les chercheurs (financements, personnel, etc)”*. La responsable de GRANDMA mentionne dans sa réponse qu'il est important dans le futur de trouver une manière de *“maintenir l'énergie et l'investissement sur le long terme, non seulement sur les premières phases du projet”*. En effet, *“les résultats ne sont pas forcément visibles la première année mais plutôt sur le long terme, ce qui peut décourager les amateurs n'étant pas familiarisés”* avec ce fait. Il est donc nécessaire d'obtenir un soutien financier et politique régulier pour valoriser ce type de projets et optimiser les chances de réussite.

Sarah Antier aborde un autre aspect auquel ne fait pas référence Paolo Tanga dans sa réponse. Elle estime que, bien que de plus en plus pris en compte, Le *“Broader impact”* que peut avoir un projet de sciences participatives dans le secteur des sciences dures n'est pas nécessairement reconnu, sans prendre en compte les effets positifs sur la science dans son ensemble. Elle précise que *“la reconnaissance des sciences participatives comme véritable méthode de récolte de données”* est importante pour les doctorants pour faire avancer la recherche mais également *“pour les citoyens qui souhaitent s'y impliquer”*. Elle énonce la phrase suivante : *“si c'est encadré, alors ça peut être filtré”*, signifiant que quand des codes seront en place, il sera possible de mieux réguler l'ensemble. En effet, s'il y a trop d'amateurs sans encadrement propice et accompagnement pédagogique, alors il y a un risque d'effet pervers à long terme avec le développement de l'utilisation des données de ceux-ci sans valorisation associée. Selon la responsable du projet GRANDMA, leur intérêt est donc démontré et semble petit à petit provoquer un changement de mentalité et des changements *“sociologiques”* et non plus seulement politiques ou juridiques.

Ceci va de pair avec l'explosion des données survenue au XXI^e qu'il va être nécessaire de filtrer selon Paolo Tanga. Sa réponse est directement centrée sur le sur le domaine des occultations, déjà large en soi. La phrase suivante est intéressante : *“Le nombre d'occultation explose actuellement, notamment grâce aux progrès scientifiques des missions Gaïa, et le nombre d'événements observables par les amateurs est en très forte augmentation.”* Selon le coordinateur d'ACROSS, il est donc nécessaire de *“développer des outils informatisés et automatisés”* dans les projets de collaboration Pro-Am, car si la quantité de soumissions augmente rapidement, *“cela va poser un réel problème”*. Cependant, cela nécessite bien évidemment des financements, *“à moins que les coordinateurs prennent sur leur temps personnel”*. Une fois encore, on remarque que le manque de valorisation dans le parcours des chercheurs pointé du doigt par les deux professionnels peut être problématique, et donc source d'amélioration.

Tout comme ACROSS propose son matériel aux amateurs qui n'en ont pas, Sarah Antier partage la possibilité pour des amateurs de participer en s'occupant de *“vérifier la qualité des données récoltées”*. Elle revient encore sur le fait que les sciences participatives devraient être plus encadrées pour mettre en place un échange plus conséquent, et ainsi obtenir des ressources et éduquer les citoyens aux

collaborations en astronomie. Cela avance l'idée que les citoyens peuvent tout autant avoir leur place dans le paysage scientifique en aidant autour plutôt qu'être à l'étape de récolte des données.

Cependant, l'adaptation au grand public nécessite des procédures et de la documentation, très chronophages. La coordinatrice de GRANDMA l'évoque après une relance sur le sujet. Selon elle, il est alors obligatoire pour les chercheurs de "*ranger leur projet et de l'organiser*". Ceci aurait plusieurs effets bénéfiques : "*le projet deviendrait plus accessible, non seulement pour les amateurs mais également pour l'intégration et la passation de connaissances aux autres scientifiques*" qui souhaitent intégrer le projet. Cela peut constituer une amélioration tant dans une optique d'open access que dans l'amélioration même de la mise en application des projets.

En rebondissant sur cette question, j'ai évoqué l'idée d'essayer de comprendre comment cela se passe dans les autres projets pour en faire ressortir le meilleur et l'appliquer, et pour savoir sur quoi se baser pour les nouveaux projets qui voudraient voir le jour. La réponse de Sarah Antier fait encore une fois ressortir le manque de temps et d'énergie que les chercheurs n'ont plus forcément car déjà accaparés par de nombreuses autres tâches. Il en va de même avec la recherche d'informations complémentaires pour toucher plus d'amateurs avertis : "*des ressources existent, mais il faut le temps de les trouver et de les exploiter, rajoutant une tâche conséquente aux scientifiques*".

Si l'on s'appuie sur les réponses des deux entretiens, tant Paolo Tanga que Sarah Antier montrent que l'idéal pour le futur, s'il se produit une réelle reconnaissance des collaborations Pro-Am dans les processus de production des savoirs, serait d'être aidé avec du personnel ayant un bagage scientifique et dont le métier en lui-même consisterait à coordonner les collaborations et prendre le temps de réaliser les tâches attribuées aux scientifiques mais ne ressortant pas de leur travail. Cela permettrait à ces derniers de se recentrer sur leur réel métier (la recherche scientifique) et de développer les projets dans un cadre plus serein et avec moins de pression constante pour tous. Cette possibilité est considérée comme "*irréaliste*" (mot utilisé par les deux chercheurs) à l'heure actuelle par les deux professionnels interrogés. Paolo Tanga mentionne qu'à l'heure actuelle, se sont souvent les Post-doc recrutés dans les projets qui ont l'attribution d'une partie de ces tâches.

La question de clôture portait sur la volonté de s'impliquer dans le futur dans de nouveaux projets de collaboration Pro-Am en astronomie. Pour l'instant Sarah Antier préfère se concentrer sur son projet GRANDMA, rappelant que souvent il y a un sujet par chercheur seulement. Paolo Tanga se concentre également pour l'instant sur le projet ACROSS et cherche des financements pour faire durer l'étude mais ne se dit pas contre s'impliquer dans un autre projet dans le futur. L'idée selon laquelle les chercheurs sont déjà largement accaparés par un projet et dans la recherche de financements est donc pleinement en vigueur sur cet aspect-là aussi.

2.2. Le discours des amateurs

Le troisième entretien a été conduit avec Denis Marchais, amateur investi dans le programme Kilonova Catcher depuis deux ans. Auparavant il avait tenté de se lancer dans des projets ayant pour sujet les supernovæ, mais il n'y avait apparemment pas d'informations claires sur l'utilisation des

données qu'il fallait simplement jeter dans une base de données. Cela est selon lui dû au peu de chercheurs intéressés par le soutien amateur dans ce domaine. C'est pourquoi il s'est lancé dans le projet GRANDMA qui lui correspondait plus. Le quatrième et dernier entretien a été réalisé avec Arnaud Leroy, coordinateur du programme d'occultation Lucy en France et impliqué dans les observations du projet ACROSS. Le premier programme nommé est organisé par le Southwest Research Institute (SwRI) aux Etats-Unis, mais Arnaud Leroy en est le coordinateur amateur pour les observations réalisées sur le territoire français. Tout comme le projet ACROSS, le programme Lucy s'attache aux occultations d'astéroïdes. Bien que coordonné par un autre pays, la mission a été relayée par l'AFA et comporte un groupe observant ces phénomènes en France.

Sur le premier sujet portant sur l'évolution des collaborations Pro-Am en astronomie, seul Arnaud Leroy a été en mesure de répondre. Il a évoqué les grands changements déjà réalisés depuis vingt ans, notamment grâce à l'automatisation et des équipements moins onéreux et plus perfectionnés. Tout comme vu dans l'état de l'art, il estime par ailleurs que les projets actuels sont *“étendus à plus de pays et facilités par les échanges en ligne”*. De plus, les interactions entre professionnels et amateurs étaient auparavant extrêmement réduites : il n'y avait par exemple *“pas vraiment d'infos sur les résultats après soumission des données alors qu'il y a beaucoup plus d'interactions maintenant”*. Cela corrobore l'étude théorique du sujet.

Le second aspect abordé avec les amateurs concerne les interactions Pro-Am. Concernant l'organisation même des observations en France, Arnaud Leroy est responsable de donner les coordonnées des stations en France aux chercheurs américains afin qu'ils lui *“communiquent les directives d'observation en fonction de ces placements”*. De son côté, en tant qu'amateur actif du programme Kilonova Catcher, Denis Marchais a été en contact direct avec plusieurs acteurs du projet tels que Sarah Antier ou Damien Turpin, notamment lors des réunions trimestrielles évoquées auparavant.

Il indique que pour le programme Kilonova Catcher, les interactions entre deux runs (périodes d'observation) comportent peu d'échanges entre professionnels et amateurs car ce sont des temps dédiés aux améliorations techniques. Il témoigne au nom des amateurs qui ressentent cela comme étant *“frustrant”*, surtout avec la pause Covid qui a largement retardé le projet. Cependant, à l'automne, des séances d'observation et d'entraînement sont prévues *“pour maintenir la motivation et garder le rythme pour relancer les troupes”*. D'après lui, les interactions Pro-Am se font principalement uniquement avec la tête de groupe des professionnels et les amateurs dans leur ensemble aimeraient un contact avec l'ensemble de l'équipe de recherche. Du côté d'Arnaud Leroy, sa réponse démontre que l'organisation des campagnes se fait principalement par échanges de mails et rarement par visio avec les chercheurs. On remarque donc bien que les amateurs attendent en général plus des interactions Pro-Am, que ce soit dans le type d'interaction ou les membres avec qui la communication est entretenue.

Denis Marchais a d'ailleurs pu *“discuter de cela avec Sarah Antier elle-même ainsi que le fédérateur amateur français”* en abordant l'idée de workshops mixtes. Cette phrase est importante et démontre bien la mise en place d'un espace d'échange entre les deux communautés autour de ces aspects importants. Cette notion d'interactions accrues a été également abordée lors de certaines réunions trimestrielles en plus des résultats du projet, mais Denis Marchais rapporte que cela s'est fait de façon trop superficielle et

ouverte selon certains amateurs. Dans l'ensemble, les communications semblent être partielles et les amateurs aimeraient plus de contact.

Concernant leurs données, des échanges avec un scientifique spécifique concernant leur qualité d'autres notions afférentes ont été engagés mais *“les amateurs aimeraient plus de retours sur l'aspect astrophysique”* afin de le comprendre à défaut de savoir interpréter le sens physique des données. Si l'on se penche sur les données du programme Lucy d'Arnaud Leroy, les amateurs impliqués reçoivent des retours sur la qualité des data qu'ils ont fournies, et si celles-ci seront ou non utilisées dans l'interprétation des résultats. À la différence de Denis Marchais, ce dernier n'a pas fait référence à l'envie de comprendre l'aspect physique des données. Les réponses ont donc une même base constituant en un retour des scientifiques envers les amateurs concernant leurs données, mais il semble que certains amateurs souhaitent être instruits, constituant une possible montée en compétences.

Dans les programmes des deux amateurs, l'aide et le support des chercheurs sont établis au travers de l'espace de travail Slack qui permet des échanges quasi-instantanés. Cependant, mais *“ils ne sont pas toujours très disponibles car travaillant sur plusieurs projets à la fois ou pris par le reste de leur travail”*. Cependant, ce mode d'interaction *“fonctionne plutôt bien”* selon Denis Marchais, indiquant se faire ici porte-parole de l'ensemble des amateurs, d'autant qu'ils comptent dans leurs rangs des ingénieurs et chercheurs dans d'autres domaines pouvant parfois apporter un certain soutien, tirant la communauté vers le haut. Dans le cadre de Kilonova Catcher, Denis Marchais indique que lors d'une observation, les amateurs sont très motivés et traitent généralement leurs données dans la nuit avant de les envoyer. Souvent, une réponse leur parvient *“dès le lendemain matin”* de la part des professionnels qui sont très réactifs, leur donnant des informations sur les données envoyées.

Slack permet aussi des échanges entre amateurs eux-mêmes ayant, dans les deux projets, leur propre espace de travail différencié de celui des professionnels. Arnaud Leroy explique que les informations des observations de tous les amateurs impliqués sont partagées entre eux, toutes les personnes ayant participé pouvant voir les résultats des autres observateurs. Il complète : *“même en tant que non-participant, il est possible via certains canaux de suivre les résultats”*. Malgré tout, les deux amateurs interrogés semblent s'accorder à dire que le travail de fédération des amateurs repose souvent sur un seul amateur qui harmonise les données et valorise la communauté.

Comme dans les entretiens avec les chercheurs, le troisième aspect questionné est celui de la valorisation des collaborations Pro-Am, et de la valorisation des amateurs en interne. Denis Marchais répond directement que sur les dernières collaborations Pro-Am en astronomie, il semble selon lui y avoir *“une dynamique plus engagée et une communauté pro qui se rend compte du potentiel amateur”*. C'est ce qui permet à certains non-scientifiques de publier dans des revues professionnelles. D'après les deux amateurs interrogés, les publications avec amateurs en tant que coauteurs sont très gratifiantes du point de vue de ceux-ci et apportent la *“satisfaction d'avoir un outil qui fonctionne et est utile”*. De plus, des amateurs (dont Denis Marchais) ont pu utiliser ces publications en les valorisant dans leur parcours. Dans le cadre du projet Lucy, il n'y a pour le moment pas de publication officielle dans une revue car *“les données n'étaient pas concluantes lors de la dernière observation”* rapporte Arnaud Leroy. Cependant, les participants

doivent signer une charte de confidentialité ainsi qu'un document leur demandant s'ils souhaitent être cités dans la publication scientifique et peuvent ainsi être coauteurs selon leur choix.

Le dernier angle important est pour les amateurs aussi celui des possibilités d'amélioration. Denis Marchais évoque une proposition d'envoyer l'ordre du jour entre deux semaines à un mois avant la réunion pour informer des questions qui vont être abordées et demander aux amateurs quels aspects et questions ils aimeraient aborder de leur côté. Selon lui, *“cela permettrait de mieux organiser les rencontres”*. Une proposition de workshop tous les deux ans a également été portée, invitant les chercheurs à partager leurs *“états d'âme”* : certitudes et incertitudes, avis sur les théories produites, etc. Cependant, cela peut ne pas être organisable pour des questions de confidentialité. Cette idée de travail de groupe est portée également par Arnaud Leroy et le projet Lucy. Celui-ci ajoute la volonté que les chercheurs mettent des outils professionnels à disposition des amateurs afin que leurs données soient plus propres et facilement exploitables. Une autre possibilité d'amélioration évoquée est la création de formations complémentaires car si les *“amateurs améliorent leur technique et savent réduire seuls leurs données”*, cela constitue *“un gain de temps et d'énergie sur le long terme”*. La notion de montée en compétences est ici consolidée par la volonté d'aider le projet, tant côté professionnel qu'amateur. Une favorisation des échanges et une augmentation des interactions semblent être au cœur des demandes des amateurs.

Denis Marchais pense aussi que plusieurs fédérateurs nationaux seraient un bénéfice pour *“partager ce savoir-faire d'interface entre les professionnels et les amateurs”* afin que, si l'un se retire, il y ait un relai effectué efficacement. Cependant, l'amateur de Kilonova Catcher dit également qu'il *“manque de financements”*, souvent justifiés par le fait que *“les amateurs sont volatiles et que les résultats peuvent ne pas être consistants”*. Il espère donc que des porte-paroles de la SAF et de l'AFA auront dans le futur la possibilité de discuter auprès des structures de financement telles que l'ANR de cette problématique.

Une autre possibilité d'amélioration évoquée cette fois par Arnaud Leroy concerne l'implication des amateurs post-publication des résultats des projets, point encore non abordé lors de ces entretiens. Il a proposé lors de l'entretien que, lors de la publication des résultats, il serait intéressant d'inviter les amateurs principaux ayant réduit leurs données par exemple à présenter les résultats dans les séminaires au même titre que les chercheurs. Cela prouve bien la valeur que ces résultats ont aux yeux des amateurs et leur volonté d'implication. À savoir que cela est difficilement possible car les amateurs ont un travail qui n'est pas forcément compatible avec cette activité. Mais de nouvelles possibilités ont été ouvertes aux amateurs et restent encore à découvrir : avec la quantité de données déposées à l'heure actuelle, il pourrait y avoir des rôles possibles d'accès aux non-professionnels. Arnaud Leroy parle notamment de *“datamining en cosmologie”*.

À la question de la participation à d'autres collaborations Pro-Am, Denis Marchais a répondu que cela l'intéressait et que la coexistence était possible et pas si difficile, mais cela requiert du temps en plus qui n'est pas forcément disponible. Cette problématique peut cependant en partie être réglée *“grâce à l'automatisation”*. Il est à noter qu'Arnaud Leroy s'implique également dans le projet Kilonova catcher grâce à des observations en remote-contrôle du petit observatoire créé en commun avec un autre astronome. Il a également participé à la campagne d'observation Triton dont la doctorante a envoyé le document à tous les participants avant publication dans le but principalement de vérifier s'il y avait des

oublis de coauteur et si les affiliations n'étaient pas erronées. D'un point de vue amateur, l'implication (au présent et au futur) dans plusieurs projets de collaboration Pro-Am est réalisable. Cela semble même être souvent le cas d'après leurs informations concernant d'autres amateurs.

2.3. La confrontation des discours amateur et professionnel

Au long de cette analyse, on a abordé les mêmes thèmes avec les professionnels et les amateurs. Cela permet donc de réaliser une analyse croisée de leurs réponses. Le but ici est d'observer si leur vision des choses est similaire et reflète donc une réalité ou si les points de vue sont divergents. Dans ce dernier cas, on pourra s'attarder à comprendre si la perception et les attentes sont plus importantes dans une communauté que dans l'autre, et quelle est l'analyse à en tirer.

La notion d'évolution est difficile à confronter ici car seuls un chercheur et un amateur ont été en capacité de répondre. Malgré tout, leurs deux visions s'opposent : d'un côté l'amateur soutient que les avancées du XXI^e siècle ont largement apporté aux collaborations Pro-Am. De l'autre côté, le chercheur a un avis plus nuancé mentionnant la tradition de longue date de ce type de projet en France mais sans aborder les interactions engendrées. Il n'est donc pas possible avec ces deux seuls avis d'en tirer une conclusion réelle. On rappelle aussi que, de même, la question de la qualité des données n'ayant pas été posée aux amateurs il n'y a pas d'analyse croisée à en tirer. Enfin, la volonté d'implication dans des projets futurs ne peut être comparée entre amateurs et professionnels.

Le second aspect central est celui des interactions entre professionnels et amateurs. Les quatre participants ayant répondu, une vision plus claire est posée. Les chercheurs semblent au final être satisfaits des échanges avec les amateurs, permettant de nouvelles interactions. Une confiance mutuelle semble s'être mise en place, impliquant de plus en plus les non-professionnels à différentes étapes du projet. Ces avancées sont très encouragées par les amateurs et les plateformes de discussions sont fortement appréciées tant des chercheurs que des non-professionnels. Néanmoins, bien que très apprécié des amateurs, cet aspect d'interactions Pro-Am semble encore largement améliorable selon eux. Bien que des espaces de discussion et des interfaces soient à disposition dans ce but, certaines demandes des amateurs sont encore peu prises en compte, ou tout du moins peu relayées chez les professionnels.

La troisième notion porte sur la valorisation tant des collaborations que des amateurs au sein de ces collaborations. Dans les deux cas les noms des participants amateurs sont joints aux noms des chercheurs dans les auteurs des publications. La perception des chercheurs correspond à celle des amateurs sur ce point : cela est très gratifiant pour ces derniers et est une avancée bienvenue qui les fidélise et les motive. Une autre satisfaction est de participer à la science et la production des savoirs, bien perçue par les professionnels également. Des dispositifs reconnaissant leur valeur et protégeant leurs données sont mis en place, fortement appréciés par les amateurs.

Le dernier point porte sur les améliorations futures. La première chose frappante est que, dans les deux communautés, la question des financements manquants et de la reconnaissance auprès des structures de financement manque fortement. Nombre de possibilités sont évoquées de la part des

professionnels tout comme des amateurs. Tandis que les premiers aimeraient un soutien leur permettant d'avoir des ressources économiques et temporelles, les seconds proposent en majorité des mesures initiant toujours plus d'interactions et d'implication des amateurs. Globalement, bien que de nombreuses avancées aient vu le jour au cours des dernières décennies, de multiples possibilités d'amélioration sont possibles.

Enfin, il est intéressant de noter que, si l'on s'intéresse aux thématiques abordées lors des entretiens dans leur globalité et non point par point, c'est aussi le thème des échanges qui est en majorité apporté par les amateurs tandis que les professionnels s'attachent plus aux données dans leur ensemble. La notion d'ensemble est plus présente chez les chercheurs qui semblent manifestement être satisfaits de cette situation alors que les amateurs soutiennent globalement une notion d'amélioration. Les deux entités sont donc en décalage dans leur appréhension des collaborations Pro-Am en astronomie.

Conclusion

Ce stage m'a permis d'avoir un premier aperçu des collaborations Pro-Am en astronomie lors de l'organisation de la Nuit Coupoles Ouvertes et des nombreuses discussions effectuées dans ce cadre au cours des trois mois à l'Observatoire de la Côte d'Azur. Ce mémoire, pensé grâce aux nombreux échanges à Nice et Caussols en premier lieu, a permis de mettre en lumière les principaux rouages des interactions dans les collaborations Pro-Am en astronomie de nos jours ainsi que l'utilisation des données des amateurs qui en est faite.

À travers les nombreux échanges engagés avec les deux communautés, une mise en regard des attentes et de la perception des projets par les deux partis a été effectuée. Le XXI^e siècle a apporté de nombreux changements, tant technologiques que sociologiques, mais reposant tous en majorité sur l'avènement et le développement du numérique sous toutes ses formes. Celui-ci présente un réel avantage dans les relations entretenues entre les différentes communautés, permettant de relier les acteurs de la production des savoirs. L'immédiateté dont fait preuve le numérique est un avantage non négligeable dans la recherche scientifique de certains phénomènes, et tous, tant professionnels qu'amateurs, s'accordent à dire que la réactivité des amateurs et la force d'internet érigent une nouvelle ère d'or pour les collaborations Pro-Am, notamment en astronomie.

Cependant, les entretiens ont mis en lumière le fait que, malgré les nombreuses interactions qui se sont développées au cours du XXI^e siècle, une grande marge de possibilités d'amélioration est encore possible. Les amateurs restent très actifs et souhaitent pour beaucoup œuvrer à consolider les interactions entre les communautés des professionnelles et amateurs. Des propositions ont été évoquées, parfois avec des personnes clés dans l'élaboration des collaborations Pro-Am en astronomie en France, mais ce travail a mis en évidence le manque de soutien financier et en ressources humaines dont pâtissent encore les sciences participatives en sciences dures. Ce sont notamment ces améliorations que demandent les membres du corps scientifique, pour permettre plus de possibilités et de faire appel avec plus de facilité à la force des non-scientifiques.

Lors de la réalisation de ce mémoire, il m'a été compliqué de trouver des documents faisant état des interactions entre professionnels et amateurs, tant en France qu'ailleurs. De nombreuses études portent sur les types de collaboration en astronomie, leur niveau de difficulté, etc. Mais il semble que les échanges entre les deux communautés au cœur de ces projets soient laissés de côté alors qu'ils jouent un rôle central dans l'attrait des projets Pro-Am à destination des non-scientifiques et les résultats qui en découlent. Ce manque d'intérêt à notre époque démontre nettement que la fracture entre scientifiques possédant un parcours académique et citoyens non-scientifiques reste présente en France. Cela ouvre la voie à des études potentielles sur les moyens de combler les demandes des professionnels et amateurs sur la question de la valorisation des données obtenues par les citoyens "lambda" et surtout de la valorisation des initiatives académiques en la matière.

Bibliographie

1. Bonneuil, C., & Joly, P.-B. (2013). *V. Le retour de l'amateur ?* (pp. 93–108). La Découverte. <https://www.cairn.info/sciences-techniques-et-societe--9782707150974-p-93.htm>
2. Houllier, F. (2016). *Les sciences participatives en France : État des lieux, bonnes pratiques & recommandations—Février 2016*. 63. <https://hal.inrae.fr/hal-02801940/document>
3. Houllier, F., Joly, P.-B., & Merilhou-Goudard, J.-B. (2017). *Les sciences participatives : Une dynamique à conforter*. *Natures Sciences Sociétés*, 25(4), 418–423. <https://doi.org/10.1051/nss/2018005>
4. Aujac, G. (1982). *Le calendrier agricole dans Les Travaux et les Jours d'Hésiode*. *Pallas. Revue d'études antiques*, 29(1), 3–15. <https://doi.org/10.3406/palla.1982.1128>
5. Lévy, J. (1986). *Arago et l'astronomie populaire*. *L'Astronomie*, 100, 549–552. <https://adsabs.harvard.edu/full/1986L'Astr.100..549L>
6. Severo, M., & Filipponi, E. (2021). *Les sociétés savantes face aux sciences participatives. Un exemple d'innovation collaborative dans le secteur culturel ?* *Approches Théoriques en Information-Communication (ATIC)*, 2(1), 107–126. <https://doi.org/10.3917/atic.002.0107>
7. Gros, M. (2018). *Astronomes « professionnels » et « amateurs », du xviii^e siècle à nos jours*. In A. Hurel (Ed.), *La France savante* (pp. 213–224). Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques. <http://books.openedition.org/cths/2699>
8. Midavaine, T., & Herpin, F. (2019). *STATUS OF THE AMATEUR-PROFESSIONAL COLLABORATIONS*. 6. <http://sf2a.eu/proceedings/2019/2019sf2a.conf.0047M.pdf>
9. Midavaine, T. (2018). *INTRODUCTION TO THE PRO-AM COLLABORATION WORKSHOP STATUS OF THE COLLABORATIONS*. 13. <http://sf2a.eu/proceedings/2018/2018sf2a.conf.0389m.pdf>
10. Mousis, O., Hueso, R., Beaulieu, J.-P., et al. (2014). *Instrumental Methods for Professional and Amateur Collaborations in Planetary Astronomy*. *Experimental Astronomy*, 38(1–2), 91–191. <https://doi.org/10.1007/s10686-014-9379-0>
11. Boure, R., & Lefebvre, M. (2015). *Entre science légitime et science amateur : Le devenir trivial d'une information scientifique sur Internet*. *Les Enjeux de l'information et de la communication*, 16/3A(S1), 143–152. <https://doi.org/10.3917/enic.hs1.0143>
12. Heck, A. (2000). *Characteristics of Astronomy-Related Organizations*. *Astrophysics and Space Science*, 274(4), 733–783. <https://doi.org/10.1023/A:1026542608202>
13. Association Française d'Astronomie. (2006). *Les lieux de pratique d'astronomie en France, inventaire des structures d'animation*. 98. https://media.afastronomie.fr/Afa/pdf/Inventaire_n2_2004.pdf
14. Bruel, B. (2018, February 24) *Comment les astronomes amateurs collaborent-ils avec les scientifiques ?* France 24. <https://www.france24.com/fr/20180224-comment-astronomes-amateurs-collaborent-ils-scientifiques>

15. Midevaine, T. (2009). *Tour d'horizon des collaborations professionnels - amateurs*. L'Astronomie, 123(16).
16. Vergnas, O. L., & Piednoël, E. (2009). *The "Nuits des étoiles" events (1991–2008) and their impact on the French astronomical leisure landscape*. Proceedings of the International Astronomical Union, 5(S260), 725–732. <https://doi.org/10.1017/S1743921311003097>
17. Association Française d'Astronomie. (2013). *Inventaire et analyse des programmes professionnels -amateurs en astronomie observationnelle*. <https://media.afastronomie.fr/pdf/sciences-participatives-afa.pdf>
18. Peccatte, P. (2018). *Les pratiques amateurs en astronomie [Billet]*. Déjà Vu. Retrieved 10 August 2022, from <https://dejavu.hypotheses.org/452>
19. Kardasis, E., Rogers, J. H., Orton, et al. (n.d.). *The need for Professional-Amateur collaborations in studies of Jupiter and Saturn* 21. <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1503/1503.07878.pdf>
20. Midavaine, T. (n.d.). *Tableau Gemini 2022 des Collaborations Amateurs- Professionnels*. 1. <https://proam-gemini.fr/wp-content/uploads/2022/06/M-Poster-Midavaine.pdf>
21. *Observer ensemble les murmures de l'univers*. (2020, July 16). Université Paris Cité. <https://u-paris.fr/observer-ensemble-les-murmures-de-lunivers/>
22. Antier, S., Agayeva, S., Almualla, et al. (2020). *GRANDMA Observations of Advanced LIGO's and Advanced Virgo's Third Observational Campaign*. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 497(4), 5518–5539. <https://doi.org/10.1093/mnras/staa1846>
23. Hueso, R., Fletcher, L., Orton, G., et al. (2021). *Amateur astronomy support to current and future space missions: From the 2010s to the 2030s* (No. EPSC2021-80). EPSC2021. Copernicus Meetings. <https://doi.org/10.5194/epsc2021-80>
24. Association Française d'Astronomie. (2019). *Dossier de sponsoring*. <https://www.afastronomie.fr/media/default/0001/17/Projets-AFA-5d1b.pdf>
25. Iwaniszewska, C. (1990). *The Contribution of Amateur Astronomers to Astronomy Education*. International Astronomical Union Colloquium, 105, 328–332. <https://doi.org/10.1017/S0252921100087054>
26. Mai, P. A. (n.d.). *Principe de fonctionnement des CCD*. 15. <http://www.astrosurf.com/quasar95/exposes/imagesnumeriques.pdf>
27. Turpin, D. (2022). *Kilonova-Catcher: Un nouveau projet de science participative pour explorer le ciel transitoire multi-messagers*. https://proam-gemini.fr/wp-content/uploads/2022/06/H-Turpin_KNC@SF2A2022.pdf
28. Halley, E. (1715). III. Observations of the late total eclipse of the sun on the 22d of April last past, made before the Royal Society at their house in Crane Court in Fleet-street, London. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 29(343), 245-262. <https://doi.org/10.1098/rstl.1714.0025>

Sitographie

29. *Gemini – Collaborations Pro / Am en astronomie*. (n.d.). Retrieved 10 August 2022, from <https://proam-gemini.fr/>
30. *Appel à candidature pour le Prix Gemini – Société astronomique de France*. (n.d.). Retrieved 10 August 2022, from <https://saf-astronomie.fr/appel-a-candidature-pour-le-prix-gemini-2022/>
31. *Astronautique – Société astronomique de France*. (n.d.). Retrieved 10 August 2022, from <https://saf-astronomie.fr/astronautique/>
32. *Prix Gemini pro-amateur—SF2A*. (n.d.). Retrieved 10 August 2022, from <https://sf2a.eu/spip/spip.php?rubrique47>
33. *Amateur Astronomy – GRANDMA*. (n.d.). Retrieved 10 August 2022, from <https://grandma.ijclab.in2p3.fr/education-and-public/amateur-astronomy/>
34. *Carte des observatoires | Gemini*. (s.d.). Retrieved 10 August 2022, from https://proam-gemini.fr/carte-des-observatoires/?address%5B0%5D&post%5B0%5D=post&tax%5Bcategory%5D%5B0%5D=207&distance=300&units=metric&per_page=25&lat&lng&form=3&action=fs
35. Garde, O. (n.d.). *A.R.A.S Spectral database | Gemini*. Retrieved 10 August 2022, from <https://proam-gemini.fr/a-r-a-s-spectral-database/>
36. *ACROSS | Gemini*. (n.d.). Retrieved 10 August 2022, from <https://proam-gemini.fr/across/>
37. *Coopérations Pro-Am*. (n.d.). Astrosurf. Retrieved 10 August 2022, from <http://www.astrosurf.com/forum/14-coop%C3%A9rations-pro-am/>
38. *ARAS introduction*. (n.d.). Retrieved 10 August 2022, from <http://www.astrosurf.com/aras/intro/intro.htm>
39. *International Astronomical Union | IAU*. (n.d.). Retrieved 10 August 2022, from <https://www.iau.org/public/themes/citizen-science-projects/french/>
40. *La technique CCD*. (n.d.). Retrieved 10 August 2022, from <https://www.astreos.eu/la-technique-ccd.html>
41. *L'astronomie amateur en France—Technique—L'astronomie—Observation et imagerie*. (n.d.). Retrieved 10 August 2022, from https://www.observation-et-imagerie.fr/technique/astronomie/html/astronomie_en_france.html

42. *Coopération pro-am.* (n.d.). Retrieved 10 August 2022, from <https://www.planetary-astronomy-and-imaging.com/Posts/cooperation-pro-am/>
43. *OCCULT v4.11.0.1.* (n.d.). Retrieved 10 August 2022, from <http://www.lunar-occultations.com/iota/occult4.htm>
44. *Clubs d'astronomie.* (n.d.). Webastro. Retrieved 10 August 2022, from <https://www.webastro.net/communaute/>
45. *BeSS Database.* (n.d.). Retrieved 10 August 2022, from <http://basebe.obspm.fr/basebe/>
46. *Spectro-aras.com • Index page.* (n.d.). Retrieved 10 August 2022, from <https://www.spectro-aras.com/forum/>
47. *Astronomical Ring for Access to Spectroscopy.* (n.d.). Retrieved 10 August 2022, from <http://www.astrosurf.com/aras/>
48. *FRIPON/Vigie-Ciel – www.fripon.org.* (n.d.). Retrieved 10 August 2022, from <https://www.fripon.org/fripon-vigie-ciel/>
49. *Vigie-ciel – Vigie-ciel.* (n.d.). Retrieved 10 August 2022, from <https://www.vigie-ciel.org/>
50. *Vigie-Ciel Signalez un bolide: C'est facile et amusant!* (n.d.). Retrieved 10 August 2022, from http://vigie-ciel.imo.net/members/imo/report_intro
51. *Nos formations – Vigie-ciel.* (n.d.). Retrieved 10 August 2022, from <https://www.vigie-ciel.org/nos-formations/>
52. *Across web site home.* (n.d.). Retrieved 10 August 2022, from <https://lagrange.oca.eu/fr/home-across>
53. *Posters journées SF2A.* (s. d.). Retrieved 10 August 2022, from <https://www.carbonfreeconf.com/website/165/posters/www.carbonfreeconf.com/website/165/home>

Annexes

Annexe 1 : Extrait d'une lettre d'Edmund Halley dans la revue *Philosophical Transactions*

(245)

III. *Observations of the late Total Eclipse of the Sun on the 22d of April last past, made before the Royal Society at their House in Crane-Court in Fleet-street, London. By Dr. Edmund Halley, Reg. Soc. Secr. With an Account of what has been communicated from abroad concerning the same.*

THough it be certain from the Principles of Astronomy, that there happens necessarily a Central Eclipse of the Sun in some part or other of the Terraqueous Globe, about Twenty Eight times in each Period of Eighteen Years ; and that of these no less than Eight do pass over the Parallel of *London*, Three of which Eight are Total with continuance : yet, from the great Variety of the Elements whereof the *Calculus* of Eclipses consists, it has so happened that since the 20th of *March, Anno Christi 1140*, I cannot find that there has been such a thing as a Total Eclipse of the Sun seen at *London*, though in the mean time the Shade of the Moon has often past over other Parts of *Great Britain*.

The Novelty of the thing being likely to excite a general Curiosity, and having found, by comparing what had been formerly observed of Solar Eclipses, that the whole Shadow would fall upon *England*, I thought it a very proper Opportunity to get the Dimensions of the Shade ascertained by Observation ; and accordingly I caused a small Map of *England*, describing the Track and Bounds thereof, to be dispersed all over the Kingdom, with a Request to the Curious to observe what they could

Annexe 2 : Plaquette de présentation de la SF2A

SF2A
Société Française
d'Astronomie & d'Astrophysique

STATUT ?
Association « loi 1901 » fondée en 1978.

OBJECTIF ?
Contribuer au développement et au rayonnement de l'astronomie en France et y associer l'ensemble des spécialistes d'astronomie.

QUI ?
Elle repose entièrement sur le bénévolat de 12 personnes, élues et réunies au sein du Conseil, et sur ses adhérents.

COMMENT ?
Ses ressources financières viennent uniquement des cotisations de ses membres et des bénéfices éventuels venant des journées SF2A annuelles.

ADHÉRER ?
→ www.sf2a.eu

Vie de la communauté

- ★ Organisation des Journées annuelles de la SF2A, lieu d'échanges scientifiques essentiels en particulier pour les jeunes chercheurs. Publications référencées en ligne sur ADS.
- ★ Attribution des prix Jeune chercheur/chercheuse et de thèse, reconnus par la communauté (p. ex. CNRS, CNAP, Universités).
- ★ Gestion de la lettre d'informations hebdomadaire, principal canal d'information incluant la globalité de la communauté.
- ★ Gestion de la liste astro-jc.
- ★ Rôle majeur en terme de lien entre les étudiants et les formations universitaires (serveur de stages master, page masters, propositions de thèses).
- ★ Mise à jour des informations et maintenance du site web de l'association et de l'annuaire.

Rôle international

- ★ Lien unique avec l'EAS et l'UAI/IAU.
- ★ EAS; participation aux discussions entre pays européens quant à l'organisation de l'astronomie en Europe.
- ★ UAI; unique interlocuteur entre la communauté française et l'UAI.
- ★ Diffusion des messages de l'UAI.
- ★ Transmission, après examen, des demandes d'adhésions individuelles.
- ★ Mise à jour de l'annuaire UAI.
- ★ Nominations pour les divers appels de l'UAI (Représentant français E-ROAD, IAU National Outreach Coordinator, IAU National Astronomy Education Coordinators).
- ★ La SF2A est l'interface entre l'UAI et le COFUSI (Comité Français des Unions Scientifiques Internationales); gestion de la cotisation annuelle française (INSU et COFUSI).

Science et Société

- ✦ AO annuel de soutien à une manifestation de diffusion de la culture astronomique (en 2022, 6 000€ distribués / 13 900€ demandés).
- ✦ Lien avec les autres sociétés savantes.
- ✦ Prix Flammarion, co-organisé avec la SAF.
- ✦ Organisation d'une conférence grand public lors des Journées.
- ✦ Attribution du prix « Découvrir l'Univers » des écoles.
- ✦ Promouvoir l'égalité des genres en astro via la Commission Femmes et Astronomie.
- ✦ Implication sur les problèmes sociaux comme Starlink, le changement climatique, le budget recherche.
- ✦ Diffusion des résultats français via les réseaux sociaux.
- ✦ Correction des erreurs journalistiques et fausses nouvelles.
- ✦ Interaction avec la communauté astronomique Amateurs : prix Gemini Pro-Am ; atelier Amateurs journées SF2A ; prix Ciel et Espace du livre.

Annexe 3 : Page d'accueil du site internet Pro-Am GEMINI



Bienvenu sur Gemini, le site des collaborations pro-am

Ce site traite d'astronomie, il s'adresse à la communauté des astronomes professionnels et amateurs (Pro am) travaillant ensemble sur des sujets de recherche.

**Faites avancer la recherche !
Vous êtes astronome amateur ?**

Vos observations peuvent contribuer à la recherche en astronomie. Vous trouverez sur Gemini des idées de travaux, des contacts et des outils pour que vos résultats observationnels ne restent pas au fond de vos disques durs. Vous aurez ainsi le plaisir de voir figurer votre nom comme co auteur de publications scientifiques.

Vous êtes astronome professionnel ?

La force de la communauté amateur est son nombre, vos objets d'étude peuvent être suivis, surveillés sur de longues périodes. Les progrès du numérique allié à la rigueur dont font preuve de plus en plus d'amateurs peuvent vous fournir des données de qualité. A vous d'être convaincant pour recruter une petite communauté de passionnés autour de votre étude. On espère que Gemini vous y aidera.

Annexe 4 : Captures d'écran du programme des Journées de l'Astrophysique Française 2022

The screenshot shows the SF2A website interface. At the top, there is a navigation menu with links: Accueil, Programme, Inscription, Informations pratiques, Comités d'organisation, Sponsors, and Editions précédentes. The main header area displays the SF2A logo and the event title 'Programme JOURNÉES SF2A 2022 07 JUIN - 10 JUIN' against a starry background. Below this is the 'Agenda' section, which contains a table with the following structure:

	Mardi 7 juin	Mercredi 8 juin	Jeudi 9 juin	Vendredi 10 juin
Plénières 9h00-12h30	Sessions plénières	Sessions plénières	Sessions plénières Session Carrière	Sessions plénières Prix SF2A 2022 Assemblée Générale de la SF2A
	12h30 - 14h00		Pause	Déjeuner
Ateliers 14h00-18h00	S01 S04 S13 S14 S18 S21	S02 S07 S13 S16 S17 S20	S06 S10 S11 S12 S16 S20	S03 S05 S08 S09 S10 S15
	Soirée à la Citadelle - Complet 19h15 : Visite de la citadelle 20h : Cocktail à la citadelle de Besançon	Conférence Grand Public <i>19h Grand Kursaal</i> Aurélie Guilbert-Lepoutre <i>CNRS, Laboratoire de Géologie de Lyon</i> «Petits corps du Système Solaire et au-delà»	Soirée dans le Parc de l'Observatoire 19h30 : Buffet champêtre	

Ateliers		
Code	Titre	Session
S00	Sessions plénières	Communauté
S02	Atelier général du Programme National de Physique Stellaire	Communauté
S01	Atelier général du PNHE	Communauté
S03	Atelier général du PCMI	Communauté
S04	Education à l'astronomie : structuration, activités et ressources	Sociétal
S05	Collaboration Pro-Am Gemini	Sociétal
S06	L'égalité des genres en A&A : point sur les jeunes	Sociétal
S07	Transition environnementale : quel rôle pour la communauté astronomique ?	Sociétal
S08	Bien-être en astrophysique	Sociétal
S09	Mesures in-situ et en télédétection des plasmas du Système solaire	Communauté
S10	Dust in galaxies: from the local interstellar medium to distant galaxies	Communauté
S11	Le Soleil est-il une étoile de type solaire ?	Communauté
S12	Demain l'ELT ! Les contraintes opérationnelles et leurs impacts sur les cas scientifiques	Communauté
S13	Gravitational-wave astronomy and multi-messenger astrophysics	Communauté
S14	L'astrophysique française à l'heure du JWST : opportunités et défis	Communauté
S15	The Local Group in the Gaia era: from the Galactic halo to the Andromeda galaxy	Communauté
S16	Atmosphères d'exoplanètes dans le contexte du JWST	Communauté
S17	Activities around the JWST - Extragalactic Deep Legacy Fields	Communauté
S18	Disques de débris, exocomètes et formation planétaire	Communauté
S20	Cosmic turbulence	Communauté
S21	Le renouveau de la radio-astronomie et SKA, c'est maintenant !	Communauté

Annexe 5 : Capture d'écran d'un communiqué de résultats Pro-Am sur le site GEMINI

GEMINI Présentation Résultats. ▾ Outils et ressources ▾ Collaborations ▾ Gemini ▾ Nous rejoindre ▾ Agenda 🔍

Le 17 novembre 2020, deux astronomes amateurs français, [Christophe Pellier](#) et [Emmanuel Beaudoin](#) ont observé pendant 3 heures une structure nuageuse sur le terminateur martien. (matériel C14, filtres RVB, caméra ASI290MM). Une découverte inattendue car l'objectif était la recherche d'aurores boréales.

Cette structure nuageuse s'étend sur 3000 km et culmine à 92 km d'altitude selon les mesures réalisées par [Marc Delcroix](#).

L'estimation de l'altitude a été faite de plusieurs façons. Nous avons considéré que nous observons pour la 1^{ère} fois sur les images les nuages à leur sortie de l'ombre de la planète.

1. [Jean-Luc Dauvergne](#) a fait un calcul trigonométrique en 2D pour trouver l'altitude (mesures sur les images à l'émergence de l'ombre de l'altitude apparente par rapport au terminateur, puis calculs)
2. Marc Delcroix a utilisé les équations 3D de Sanchez-Lavega 2015 pour calculer l'altitude. (mesures avec winjupos sur les images à l'émergence de l'ombre de l'altitude apparente par rapport au terminateur, puis calculs)

- Résultats confirmés de la méthode 2 en mesurant (winjupos) la position du front nuageux (images sur la partie éclairée de la planète)
- Emmanuel Beaudoin a fait une estimation de la hauteur des nuages grâce à l'ombre projetée (images sur la partie éclairée de la planète)

Le nuage diffuse la lumière à toutes les longueurs d'ondes visibles, avec un maximum dans le rouge, ce qui laisse penser qu'il est composé de particules micrométriques.

Une tempête de poussières était en développement ce même jour. Les auteurs de l'étude font l'hypothèse que cette dernière ait participé à la formation de la structure nuageuse.

Communiqué du CNRS

Publication scientifique sur *Astronomy & Astrophysics* ;
Observation from Earth of an atypical cloud system in the upper Martian atmosphere -

Auteurs de l'étude :
J. Liliensten, J.L. Dauvergne, C. Pellier, M. Delcroix, E. Beaudoin, M. Vincendon, E. Kraaikamp, G. Bertrand, C. Foster, C. Go, E. Kardasis, A. Pace, D. Peach, A. Wesley, E. Samara, S. Poedts, and F. Colas

Évolution temporelle du système nuageux de 20H25 à 21H26 UT le 17/11/2020 au travers de filtres rouge (R), vert (G) ou bleu (B).
Le disque planétaire est surexposé afin de mieux montrer le phénomène.
Images : © Emmanuel Beaudoin


D'étranges nuages martiens
par [Natacha Triou](#) | Le Journal des sciences

Cette étude est un bel exemple de science participative, ou comment faire participer les citoyens au progrès scientifiques. [Jean Liliensten](#), directeur de recherche au CNRS et auteur principal de cette étude, a mis en place un réseau d'astronomes amateurs ou de ce que l'on pourrait appeler des « astro-photographes » répartis sur toute la planète, pour observer Mars depuis la Terre.

Annexe 6 : Capture d'écran d'un guide technique sur le site web ASTREOS



Annexe 7 : Extrait d'une présentation Kilonova Catcher faisant référence à la cosignature des publications du projet



Kilonova Catcher : des premières publications

2022 : Identification de candidats kilonovae dans le stream d'alertes ZTF
<https://arxiv.org/pdf/2202.09766.pdf>

- caractérisation photométrique rapides de sources transitoires optiques sélectionnés comme candidats kilonovae potentiels via le broker FINK dans le stream d'alerte ZTF
- 6 candidats suivis et rejetés rapidement par nos observations
- Démonstration de la capacité du réseau GRANDMA/KNC à rapidement caractériser les sources transitoires optiques

GRANDMA Observations of ZTF/*Fink* Transients during Summer 2021

[astro-ph.HE] 20 Feb 2022

V. Aivazyan^{1,2}, M. Almualla³, S. Antier^{4,5,6}, A. Baransky⁷, K. Barynova⁸, S. Basa⁹, F. Bayard¹⁰, S. Beradze^{1,2}, D. Berezin¹¹, M. Blazek¹², D. Boutigny¹³, D. Boust^{14,15}, E. Broens^{16,17}, O. Burkhonov¹⁸, A. Cailleau¹⁹, N. Christensen⁴, D. Cejudo²⁰, A. Coleiro⁹, M. W. Coughlin²¹, D. Datashvili^{1,2}, T. Dietrich^{22,23}, F. Dolon²⁴, J.-G. Ducoin^{25,26}, P.-A. Duverne²⁵, G. Marchal-Duval²⁵, C. Galdies^{27,28}, L. Granier²⁹, V. Godunova¹¹, P. Gokuldass³⁰, H. B. Eggenstein³¹, M. Freeberg³², P. Hello³⁵, R. Inasaridze^{1,2}, E. E. O. Ishida³³, P. Jaquierey³⁴, D. A. Kann¹², G. Kapanadze^{1,2}, S. Karpov³⁵, R. W. Kiendrebeogo^{1,30}, A. Klotz^{37,38}, R. Kneip³⁹, N. Kochiashvili¹, W. Kou⁴⁰, F. Kugel¹⁴, C. Lachaud⁶, S. Leonini⁴¹, A. Leroy^{12,43}, N. Leroy²⁵, A. Le Van Su²⁴, D. Marchais⁴¹, M. Masek³⁵, T. Midavaine⁶, A. Möller^{33,45}, D. Morris³⁰, R. Natsvlishvili¹, F. Navarete⁴⁶, K. Noysena⁴⁷, S. Nissanke⁵, K. Noonan⁴⁸, N. B. Orange⁴⁸, J. Peloton²⁵, A. Popowicz⁴⁹, T. Pradier⁵⁰, M. Prouza³⁵, G. Raaijmakers⁵, Y. Rajabov¹⁹, M. Richmond⁵¹, Ya. Romanyuk⁵², L. Rousselot⁵³, T. Sadibekova^{18,53}, M. Serrau¹⁴, O. Sokoliuk^{1,52}, X. Song⁴⁰, A. Simon^{55,56}, C. Stachie⁴, A. Taylor^{57,58,59}, Y. Tillayev^{18,60}, D. Turpin⁵⁴, M. Vardosanidze^{1,2}, J. Vlieghe²⁵, I. Tosta e Melo⁶¹, X. F. Wang^{62,40}, J. Zhu⁴⁰

28

Annexe 8 : Extraits d'une publication du projet GRANDMA expliquant la participation amateur

3.6 The *kilonova-catcher* citizen science program

Since the beginning of O3, GRANDMA has developed a citizen science program called *kilonova-catcher* (Antier et al. 2020). It allows non-professional astronomers to add their observational capabilities to the GRANDMA network in order to perform optical follow-up of GW candidates on a best-effort basis. During the O3b run, 33 *kilonova-catcher* users around the globe registered to the GRANDMA GW alert stream. In Figure 7, we show the locations of the telescopes they could operate during the O3b run.

10 GRANDMA collaboration

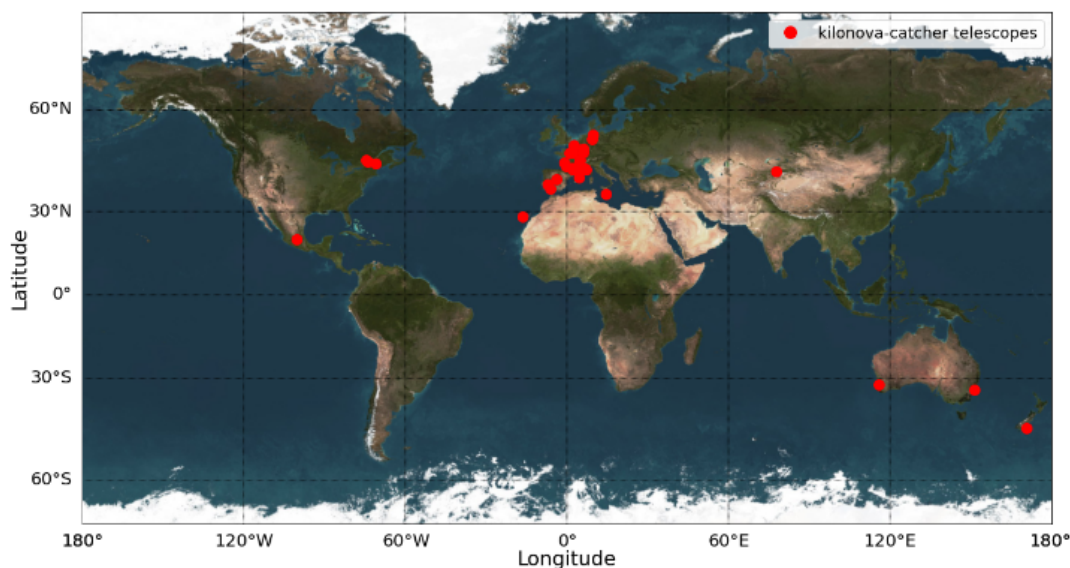


Figure 7. Locations of the 34 telescopes involved in the GRANDMA citizen science program: *kilonova-catcher*. Some citizen astronomers can operate several telescopes represented in this Earth map and also external remote facilities like the iTelescope Network (<https://www.itelescope.net/>), not represented here.

Annexe 9 : Extrait d'une publication scientifique du projet GRANDMA donnant le détail des observations amateurs

Observations of O3 alerts by GRANDMA 27

Table 8. Summary of the GRANDMA *kilonova-catcher* user observations of the BNS merger candidates detected during the last five months of the O3 runs. δt is the delay between the beginning of the observation and the trigger time. Δt is duration of the observations. The limiting magnitudes of each observational epoch are given at 5 σ confidence level in the AB system. The “Lum.” filter stands for “Luminance”, which is almost the same as the clear filter (high transmission between 400-700 nm) but with cuts at precise wavelengths. The design is made in order to remove emission lines of the local environment such as the sodium lines emitted by public illumination. (a) C11 f/5.8 telescope with a ST-8 camera at Observatoire Chante-Perdrix, France; (b) CDK 14” PlaneWave 1100 GTO Astro-Physics telescope with a SBIG STL 1001e camera at Obs. Chaville Coregidora, Mexico; (c) iTelescope.net T5 with a SBIG ST-10 3 CCD Camera, in New Mexico, USA; (d) Celestron Edge HD14 Å& 2737mm (F/7.7) in Canada.

Observation log for S191213g (D = 201 ± 81 Mpc)								
Galaxy name	RA (deg)	Dec. (deg)	D (Mpc)	δt (hr)	Δt (hr)	Lim. mag (mag)	filter	Telescope/Observer
UGC 02249	41.849	45.531	114.81	39.77	0.35	17.4	Clear	(a)/M. Serrau
				44.83	0.27	17.0	Lum	(b)/D.St-Gelais
2MASX 03011222+4454285	45.301	44.908	191.45	45.34	0.27	17.0	Lum	(b)/D.St-Gelais
PGC 090026	86.831	-6.836	95.14	48.05	0.27	16.6	Lum	(b)/D.St-Gelais
PGC 147992	86.905	-6.629	91.70	48.05	0.27	16.6	Lum	(b)/D.St-Gelais
NGC 2076	86.698	-16.782	33.70	48.53	0.27	16.7	Lum	(b)/D.St-Gelais
NGC 2196	93.040	-21.806	36.82	48.98	0.27	16.7	Lum	(b)/D.St-Gelais
NGC 2206	93.999	-26.765	85.85	49.44	0.27	16.8	Lum	(b)/D.St-Gelais
2MASX 06435594+0148246	100.983	1.807	14.2994	50.38	0.27	16.7	Lum	(b)/D.St-Gelais
2MASX 06472497+0110160	101.854	1.171	81.764	50.81	0.27	17.0	Lum	(b)/D.St-Gelais
2MASX 06464860+0041324	101.703	0.692	176.15	51.26	0.27	16.7	Lum	(b)/D.St-Gelais
2MASX 06404238-0059116	100.177	-0.987	152.74	51.91	0.27	17.0	Lum	(b)/D.St-Gelais
2MASX 06501768-0251397	102.574	2.861	32.24	52.39	0.27	17.0	Lum	(b)/D.St-Gelais
2MASX 06502789-0244237	102.616	-2.740	15.5784	52.39	0.27	17.0	Lum	(b)/D.St-Gelais
PGC 981413	87.530	-10.178	95.2902	52.87	0.27	16.9	Lum	(b)/D.St-Gelais
PGC 982179	87.556	10.117	95.3345	52.87	0.27	16.9	Lum	(b)/D.St-Gelais
PGC 983153	87.658	-10.042	94.94	52.87	0.27	16.9	Lum	(b)/D.St-Gelais
Observation log for S200213t (D = 201 ± 80 Mpc)								
Galaxy name	RA (deg)	Dec. (deg)	D (Mpc)	δt (hr)	Δt (hr)	Lim. mag (mag)	filter	Telescope/Observer
2MASX 00592750+5222015	14.865	52.3671	166.59	21.99	0.63	17.9	Clear	(c)/H.-B. Eggenstein
LEDA 2418791	14.305	52.591	143.31	21.99	0.63	18.0	Clear	(c)/H.-B. Eggenstein
LEDA 2418926	14.692	52.598	176.99	21.99	0.63	18.0	Clear	(c)/H.-B. Eggenstein
				45.29	0.27	16.8	Lum.	(b)/D. St-Gelais
2MASX 00570984+5222062	14.291	52.368	199.50	21.99	0.63	18.0	Clear	(c)/H.-B. Eggenstein
2MASX 00590114+5242317	14.755	52.709	218.72	21.99	0.63	18.0	Clear	(c)/H.-B. Eggenstein
2MASX 00562909+5224271	14.121	52.408	103.75	21.99	0.63	18.0	Clear	(c)/H.-B. Eggenstein
2MASX 00585906+5238557	14.746	52.649	103.03	21.99	0.63	18.0	Clear	(c)/H.-B. Eggenstein
2MASX 00585413+5236357	14.726	52.610	138.82	21.99	0.63	18.0	Clear	(c)/H.-B. Eggenstein
LEDA 2419200	14.726	52.6097	141.38	21.99	0.63	18.0	Clear	(c)/H.-B. Eggenstein
2MASX 00585995+5235147	14.750	52.587	96.80	21.99	0.63	18.0	Clear	(c)/H.-B. Eggenstein
2MASX 00561754+5230539	14.073	52.515	257.46	21.99	0.63	18.0	Clear	(c)/H.-B. Eggenstein
2MASX 00585906+5238557	14.746	52.649	103.03	21.99	0.63	18.0	Clear	(c)/H.-B. Eggenstein
2MASX 01192705+5831151	19.863	58.521	154.80	116.64	0.40	17.4	Lum.	(d)/R. Ménard
2MASX 01192582+5824261	19.858	58.407	207.04	116.64	0.40	17.4	Lum.	(d)/R. Ménard
2MASX 01185204+5828404	19.717	58.478	231.19	116.64	0.40	17.4	Lum.	(d)/R. Ménard
2MASX 01180816+5834005	19.534	58.567	180.95	116.64	0.40	17.4	Lum.	(d)/R. Ménard
2MASX 01194891+5837391	19.954	58.628	173.69	116.64	0.40	17.4	Lum.	(d)/R. Ménard
2MASX 01014603+5556556	15.442	55.949	179.85	117.13	0.30	17.2	Lum.	(d)/R. Ménard
2MASX 01020132+5558266	15.506	55.974	176.43	117.13	0.30	17.2	Lum.	(d)/R. Ménard
2MASX 01300981+5750471	22.541	57.846	174.23	22.99	0.07	16.0	Lum.	(b)/D. St-Gelais
				45.61	0.27	16.9	Lum.	(b)/D. St-Gelais
				117.52	0.30	17.1	Lum.	(d)/R. Ménard
2MASX 00592750+5222015	14.865	52.367	166.59	118.17	0.81	16.5	Lum.	(d)/R. Ménard
2MASX 01210956+5739281	20.290	57.658	196.26	49.53	0.27	16.7	Lum.	(b)/D. St-Gelais
				119.06	0.30	16.5	Lum.	(d)/R. Ménard
2MASX 01103706+5536121	17.654	55.603	195.07	46.26	0.27	16.6	Lum.	(b)/D. St-Gelais
				119.39	0.30	16.2	Lum.	(d)/R. Ménard
2MASX 01242969+5610556	21.124	56.182	83.78	38.04	0.10	18.2	Clear	(a)/M. Serrau
				46.56	0.27	16.4	Lum.	(b)/D. St-Gelais

Annexe 10 : Capture d'écran de la première page d'un signalement de météorite sur le site du projet Vigie Ciel



The screenshot shows the 'Signalez un bolide' page on the Vigie Ciel website. The page has a dark blue header with the logo 'Vigie Ciel' on the left and navigation links: 'Signalez un bolide', 'Évènements', 'Rapports', 'Statistiques', and 'français'. The main content area is white with a blue border. It features a large heading 'Signalez un bolide : c'est facile et amusant !', followed by a paragraph asking if the user has seen a bright, fast object in the sky and encouraging them to share their observation. Below this is a paragraph explaining that the form is designed to be accessible to everyone, even those without astronomy knowledge, and that the data collected is important for scientific research. A list of three bullet points provides instructions on what not to report: phenomena lasting more than 30 seconds, recurrent phenomena, and multiple or flashing lights. At the bottom, there is a link to a simplified version of the form and a blue button with a star icon labeled 'Commencer'.

Signalez un bolide : c'est facile et amusant !

Vous avez vu quelque chose de brillant et rapide dans le ciel ? Comme une très grosse étoile filante ? Partagez votre observation avec nous : c'est peut-être un bolide !

Nous allons vous demander de remplir un formulaire interactif conçu pour être accessible à tous - même si vous n'avez aucune connaissance en astronomie. Essayez d'être le plus précis possible. Les données que vous allez partager sont très importantes : elles peuvent nous aider à mieux comprendre ces phénomènes. Elles participent à l'accroissement de la base de connaissances de la communauté scientifique sur les météores et bien plus encore. Vous aurez l'opportunité de nous donner tous les détails personnels de votre observation à la fin de ce formulaire.

- **Ne signalez pas un phénomène de plus de 30 secondes** : la plupart des bolides ne sont visibles que quelques secondes seulement.
- **Ne signalez pas un phénomène récurrent** : voir un bolide est un événement rarissime souvent unique dans une vie.
- **Ne signalez pas des lumières clignotantes ou des phénomènes lumineux multiples (2 ou 3 lumières simultanées)** : un bolide ressemble à une grosse étoile filante et rien qu'à cela.

Si vous rencontrez des difficultés techniques, cliquez sur les liens d'aide ou utilisez la [version simplifiée](#) de ce formulaire.

★ Commencer

Annexe 11 : Capture d'écran d'un rapport de données sur un événement rapporté dans la base de données Vigie Ciel

Vigie Ciel Signalez un bolide Évènements Rapports Statistiques français

Évènements en 2021 1178-2021 [KML]

Nous avons reçu 135 rapports au sujet d'un météore vu au-dessus de Auvergne-Rhône-Alpes, Île-de-France, Bourgogne-Franche-Comté, Bretagne, Centre-Val de Loire, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Pays de la Loire et Provence-Alpes-Côte d'Azur le samedi 27 février 2021 vers 21h42 UT.

Nous avons reçu [une photo](#).

⚠ La trajectoire sur la carte et dans le KML file a été calculée automatiquement à partir de tous les rapports et pourrait éventuellement être optimisée.

f 361 [Twitter]

135 Témoins

a - Étienne L.	Niv. 2	🟢
aa - Marie-Agnes E.	Niv. 1	🟢
ab - stephane C.	Niv. 2	🔴
ac - Celine D.	Niv. 1	🟢
ad - Will D.	Niv. 1	🟢
ae - Barbara Z.	Niv. 1	🟢
af - Elodie M.	Niv. 1	🔴
ag - Maureen M.	Niv. 1	🟢
ah - Luc B.	Niv. 3	🔴
ai - Philippe V.	Niv. 4	🔴
aj - mathieu E.	Niv. 1	🔴
ak - Boulin L.	Niv. 1	🔴
al - olivier F.	Niv. 2	🟢

Plan Trajectoires

Carte des témoins Sans directions d'observation

Légende

FRIPON

Annexe 12 : Article posté sur le site de la SAF

Soutenir l'astronautique, comme la SAF l'a fait dès 1927

La commission Astronautique et Techniques Spatiales a été recréé suite à une décision du Conseil d'Administration de la Société astronomique de France, en février 2019.

La commission Astronautique et Techniques Spatiales, ressuscitée en mai 2019 autour d'une vingtaine de passionnés, s'inscrit dans la continuité de l'histoire de la Société Astronomique de France qui, dès le 8 juin 1927, avait donné la parole à l'ingénieur Robert Esnault-Pelterie, pour une conférence fondatrice, intitulée « L'exploration par fusées de la très haute atmosphère et la possibilité des voyages interplanétaires ». La SAF a depuis régulièrement soutenu la cause astronautique et peut s'enorgueillir d'avoir compté parmi ses membres des personnalités comme Robert Esnault-Pelterie, André Louis-Hirsch (banquier mécène), Alexandre Ananoff (organisateur du premier Congrès international d'astronautique à Paris en 1950), Albert Ducrocq (journaliste scientifique) ou Audouin Dollfus (astronome spécialiste du système solaire).

Rassemblant aujourd'hui des profils multiples, de l'amateur éclairé au spécialiste du domaine, la commission s'intéresse aux différents aspects de l'astronautique, d'hier, d'aujourd'hui et de demain, qu'ils soient techniques ou stratégiques, nationaux ou internationaux. Cela se traduit par la proposition d'articles et de dossiers pour la revue l'Astronomie et le site Internet de la SAF, des projets de rédaction d'ouvrages collectifs, la mise en place de conférences et de débats à destination du grand public, l'organisation de voyages thématiques... La commission décerne en outre deux prix annuels : le Prix international d'astronautique et le Prix Alexandre Ananoff. Le premier est la résurrection du prix créé en 1929 par Robert Esnault-Pelterie et André Louis-Hirsch, pour récompenser les meilleurs travaux de recherche concernant les fusées et la navigation dans l'espace. Il s'adresse aujourd'hui aux personnalités dont les actions ont permis ou permettent l'essor de l'astronautique. Le second prix salue les non-spécialistes ou les autodidactes qui œuvrent pour la promotion et la diffusion de la culture astronautique, à l'image de l'infatigable Alexandre Ananoff, pionnier de l'éducation à l'espace. La commission Astronautique et Techniques Spatiales se réunit généralement une fois par mois, de septembre à juillet, pour accueillir de nouveaux membres, faire le point sur l'avancée de ses projets et en imaginer de nouveaux. Certaines réunions peuvent être précédées de sessions de réflexion ou d'échanges techniques.

Annexe 13 : Grille d'entretien à destinations des amateurs

Questions principales	Questions complémentaires	Questions de clarification
Avez-vous participé à des projets de collaboration?	Quel type de projet?	
Aviez-vous déjà participé à des projets de collaboration il y a plus de 10 ans? Et avant 2000?	Si oui: constatez-vous une évolution dans la forme que prennent ces projets, leur accessibilité...?	Est-ce qu'il est plus facile d'y prendre part? Est-ce que de nouveaux types de projets se créent?
Vous sentez-vous plus impliqués dans les nouveaux projets qui voient le jour?	Vous sentez-vous également plus "remerciés" et crédités lorsque vous participez à faire avancer ces collaborations?	Avez-vous des retours sur les avancées auxquelles ont aidé vos observations? Si oui, co-signez vous également des papiers scientifiques dans lesquels vos observations ont été impliquées?
Qu'est ce que ces projets de collaboration vous apportent (personnellement ou à votre asso/organisation)?		Est-ce par simple curiosité, pour avoir accès à des workshop, des outils plus développés, pour faire avancer la science...?
Pensez-vous que les avancées scientifiques et technologiques facilitent les collaborations?	Quid d'Internet? Des avancées en optique (aka baisse du prix des anciens modèles)?	
Comment pensez-vous que les projets de collaboration vont évoluer dans le futur?	Quelles sont vos attentes et, si vous le pouviez, que souhaiteriez-vous améliorer?	
Clôture		
Pensez-vous vouloir continuer à vous impliquer dans des projets? Et même dans de nouveaux projets?		

Annexe 14 : Grille d'entretien à destinations des professionnels

Questions principales	Questions complémentaires	Questions de clarification
Avez-vous participé à des projets de collaboration avec des amateurs?	Quel type de projet?	
Aviez-vous déjà participé à des projets de collaboration il y a plus de 10 ans? Et avant 2000?	Si oui: constatez-vous une évolution dans la forme que prennent ces projets, leur accessibilité...?	Les modalités ont-elles changé? Y a-t-il plus d'amateurs impliqués? Quels sont les changements majeurs observés?
Quel est l'apport principal des amateurs pour le projet auquel vous participez ?		Pourquoi faites-vous appel aux amateurs (quantité de données, répartition géographique...) ?
Que pensez-vous de la qualité des données récoltées?	L'aide des amateurs est-elle vraiment bienvenue et utile?	
Que pensez-vous des échanges entre scientifiques et amateurs lors de ces projets?	Donnez-vous un libre accès à vos recherches aux amateurs participant aux projets? Créditez-vous les amateurs lors de la publication des papiers scientifiques utilisant leurs données?	
Pensez-vous que les avancées scientifiques et technologiques facilitent les collaborations?	Quid d'Internet? Des avancées en optique (aka baisse du prix des anciens modèles)?	
Comment pensez-vous que les projets de collaboration vont évoluer dans le futur?	Quelles sont vos attentes et, si vous le pouvez, que souhaiteriez-vous améliorer?	
Clôture		
Pensez-vous vouloir continuer à vous impliquer dans des projets utilisant des données des amateurs ? Et même dans de nouveaux projets?		

Annexe 15 : Mail type de demande d'entretien

Bonjour Mr Tanga,

Je viens de terminer mon stage à l'Observatoire de la Côte d'Azur et continue la rédaction de mon mémoire portant sur les collaborations pro-am en astronomie en France.

Je m'intéresse en particulier à l'évolution des projets de collaboration avec les amateurs, ainsi que l'échange de données et leur utilisation. Je cherche donc à contacter des astronomes impliqués dans ce type de projet pour répondre à quelques questions.

Votre implication en tant que coordinateur de la campagne d'observation ACROSS (elle-même disponible sur le site pro-am GEMINI) serait extrêmement intéressante pour mon dossier. Seriez-vous intéressé à participer à un rapide entretien?

Sous réserve d'une réponse favorable, je me rendrai disponible à votre convenance pour un entretien visio d'une durée d'environ 30 minutes. L'entretien sera enregistré dans le but seul de me servir de support dans la rédaction de mon mémoire.

Dans l'attente d'une réponse, je reste disponible pour d'éventuelles questions ou tout autre information.

Cordialement,

Margot CHEVALIER

Stagiaire - Chargée de mission Nuit Coupoles Ouvertes 2022

Observatoire de la Côte d'Azur

Service Culture et Patrimoine

96, bd de l'Observatoire - CS34229

F06304 Nice Cedex 4

www.oca.eu - @ObsCoteAzur

Annexe 16 : Grille des sujets d'analyse

Critères	Sous catégories	Points d'intérêt
Évolution des projets de collaboration au cours du XXI ^e siècle	Apports des avancées technologiques	Numérique Technologie/technique
	Apports des avancées dans les communautés	Qualité/quantité d'interactions Reconnaissance des amateurs Nombre de projets
Récolte et utilisation des données	Aptitude des amateurs	Récolte de données Réduction des données
	Dépôt/récupération des données	Méthode Support
	Prise en compte des données	Qualité Quantité Appartenance
Interactions Pro-Am	Échanges	Dispositifs mis en place Aide des professionnels Espace de parole libre Actions coordonnées
	Outils d'interactions	Type d'outil Utilisation Organisation (séparation Pro-Am?)
	Sujets d'interaction	Préparation du projet Au cours du projet Lors des résultats
	Satisfaction	Par les amateurs Par les pros
Valorisation des amateurs	Dispositifs mis en place	Signature des publications Protection des données Reconnaissance
Possibilités d'amélioration évoquées	Propositions amateurs	Finances Interactivité
	Propositions professionnels	Technique Autres ressources
Volonté d'implication dans de nouveaux projets	Raisonnement	Temps à disposition Objet d'intérêt Autre