Chapitre 5

Passions cognitives et e-astronomie, de Facebook aux projets de recherche collaboratifs

Patrick Bury
Association française d'astronomie

1 Introduction et intentions du chapitre

Le propos principal de ce chapitre est d'illustrer le fait qu'aujourd'hui la pratique du loisir astronomique est très largement liée à l'utilisation d'Internet et que ce vecteur permet de multiples apprentissages informels, en particulier au travers de communautés de pratiques et des réseaux sociaux.

Pour montrer en quoi consistent ces apprentissages, nous commencerons par dresser un rapide tableau des différentes pratiques de l'astronomie de loisir, qui vont d'un simple divertissement à des investigations produisant des résultats entrant dans le cadre de la recherche qualifiée de professionnelle. Nous nous appuierons en particulier dans cette partie sur les résultats des inventaires du paysage du loisir astronomique français (Piednoël *et al.*, 1996, 2006, 2016, voir encadré en fin de ce chapitre) et d'une enquête sur les sciences participatives, travaux menés par l'Association française d'astronomie (AFA) pour le compte du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (Bury *et al.*, 2013).

Ce tour d'horizon nous permettra d'identifier une grande diversité de besoins et d'usages en matière de formation ; en effet, une pratique en développement induit de manière spontanée des besoins de savoirs et savoirs-faire et à ceux-ci répondent souvent des stratégies (conscientes ou non) d'acquisition de connaissances, que les personnes concernées qualifient en général d'autoformation ou d'apprentissage sur le tas. Tel est par exemple le cas lorsque des particuliers ou des groupes s'impliquent dans des programmes d'observation ou d'animation, créent des expositions, entreprennent d'installer un observatoire ou s'équipent de nouveaux instruments d'observation, de nouveaux capteurs ou de nouveaux logiciels de traitement d'image.

Face à ces situations, un de nos premiers constats est celui de l'inadaptation des catégories classiques qui veulent caractériser les situations de formations en fonction de leur aspect plus ou moins formel, en prenant pour référence les formations scolaires [1]. Or, le paysage du loisir astronomique français est justement marqué par une presque totale absence de formations scolaires, l'astronomie n'étant quasiment pas enseignée en tant que telle avant le Master, sauf dans le cadre de quelques rares « D.U. » (diplômes d'université spécifiques, hors du parcours classique du LMD).

En conséquence, il nous semble plus pertinent de parler d'une part de formations « formalisées » au sens de dispositifs conçus intentionnellement par des formateurs et perçus comme tels par les participants et d'autre part de situations non intentionnelles de formation, dans lesquelles on acquiert des savoirs fortuitement par la pratique, sur le tas. Dans la première catégorie, nous classons les stages, les cycles de cours et de conférences, les mobilisations volontaires de cours à distance ; dans la seconde, *a contrario*, nous rangeons toutes les activités réflexives liées à une pratique impliquée de son loisir. Bien entendu, les formations formalisées existent aussi bien en présentiel (stages, écoles d'été, cycles de cours) qu'à distance en ligne, en particulier *via* des MOOCs.

Ce chapitre va alors s'organiser en quatre parties : nous brosserons rapidement un tableau du paysage du loisir astronomique en France, puis nous décrirons les quelques offres existantes de formation formalisée. Ensuite, nous décrirons *a contrario* des exemples d'activités, non formulées comme étant des situations intentionnelles de formation, mais qui se trouvent de fait fonctionner comme des opportunités d'appropriations de connaissances et de savoirs-faire. Cela nous conduira à présenter particulièrement des activités en ligne qui entrent donc bien dans la catégorie qualifiée dans cet ouvrage de « *e-learning* informel ». Nous constaterons à cette occasion que ce type d'acquisitions de compétences est omniprésents et certainement très en avant – en terme d'importance de transfert de savoirs – par rapport aux formations formalisées. Enfin nous focaliserons, à l'intérieur de cet ensemble, sur des programmes d'astronomie participatives qui constituent des exemples des projets les plus demandeurs en ressources formées et compétentes (Las Vergnas, 2011 ; Bury *et al.*, 2013).

2 Rapide tour d'horizon de l'astronomie de loisir en France

2.1 Un champ de pratique nourri par l'autodidaxie et l'autoformation

L'astronomie a toujours été l'une des activités de loisir les plus transverses, intrinsèquement pluridisciplinaire. Sa pratique est systématiquement nourrie de multiples apprentissages techniques informels. En effet, prenons par exemple un amateur qui s'est construit son observatoire au fond du jardin [2] : il lui a fallu dompter la maçonnerie, la couverture, la mécanique, l'optique, l'informatique, les logiciels spécifiques avant même de se consacrer à la physique et l'astronomie. Certes – comme nous le verrons plus loin – la maîtrise complète et simultanée de toutes ces techniques n'est

1. Comme cela est rappelé dans l'introduction de cet ouvrage, ce vocabulaire sépare les formations en trois catégories : les « formelles » de type scolaire ou assimilé, les « informelles » uniquement liée à la pratique d'activité et enfin toutes les autres qui elles sont désignées par le qualificatif de « non formelles ».

2. Le terme anglais pour astronome amateur est « *backyard astronomer* », qui se traduit littéralement par « astronome du fond du jardin ».

observée que pour une infime partie des millions de curieux du ciel qui par exemple visitent un planétarium mais cet exemple montre l'étendue et la diversité des compétences qu'il est possible d'acquérir au travers de la pratique de ce loisir. Cependant, il s'agit globalement d'un champ de pratique qui correspond à la définition que donnent Charvolin *et al.* des « passions cognitives » (2013, p. 3 de l'introduction), où « la connaissance se trouve prise [...] par la passion [et où] la passion est mise à l'épreuve de sa capacité à développer de la connaissance, à la mesurer la valider ». Toutes celles et tous ceux qui s'y intéressent veulent apprendre et il est évident que les apprentissages formels et/ou institutionnels ne peuvent couvrir un tel spectre de besoins et que l'autoformation est donc reine.

Avec la généralisation récente d'Internet associée à la facilité de publication d'informations, l'existence de moyens de recherche performants et le faible coût de l'accès à l'information, le réseau informatique est devenu le canal prédominant de recherche d'information et de connaissances, *a fortiori* dans un contexte aussi pluridisciplinaire. Dans ce cadre, on peut dire que les pratiques en ligne sont devenues indissociables de ce qui est qualifié dans le présent ouvrage de *e-learning* informel : cette forme d'appropriation de savoirs n'est plus une option mais un point de passage obligé et complémentaire des quelques rares formations formalisées dispensées par les clubs et les structures nationales.

2.2 Un développement historiquement indissociable de l'amateurisme et du mécénat...

Un rapide rappel historique en trois points peut aider à mieux comprendre le développement actuel du loisir astronomique en France.

D'une part, il est utile d'avoir en tête qu'avant la création des observatoires nationaux dont une des missions était la mesure du temps [3], la distinction entre astronomes professionnels et amateurs n'avait pas de sens : l'astronomie doit beaucoup aux mécènes en particulier jusqu'à la seconde moitié du XIX^{e} siècle : en France l'observatoire de Nice financé par le banquier Raphaël-Louis Bischoffsheim, en Angleterre le Léviathan de 183 cm financé par Lord Rosse en 1850, aux États-Unis le miroir du télescope de 1,5 m du mont Wilson est reçu en cadeau par George Hale de la part de son père et d'autres instruments géants sont financés par la fondation Carnegie et des particuliers.

2.3 ... dynamisé par des ouvrages mais aussi des révolutions technologiques

Mais de fait, la curiosité pour l'astronomie n'est pas restée réservée à de tels riches mécènes, grâce à plusieurs vulgarisateurs célèbres. En ce qui concerne la diffusion de l'intérêt pour l'astronomie dans des cercles de public plus larges, un grand pas a été franchi en 1880 avec la parution de l'un des premiers livres de vulgarisation largement diffusé et réédité : *L'astronomie populaire* de Camille Flammarion [4].

3. Avec comme objectif la maîtrise de la navigation par la connaissance correcte des longitudes.

4. Qui prenait la suite de *L'astronomie populaire* de François Arago, ouvrage plus mathématique et donc moins facile d'accès. Un effort avait aussi été entrepris dès le début du XIX^{e} siècle par de Lalande dans son *Astronomie des dames* dans lequel « l'excuse » de s'adresser à des dames, qui regrettaient « de ne pouvoir en suivre l'étude » et qui étaient considérées comme moins instruites dans ces matières à l'époque, avait permis d'évacuer les mathématiques de l'ouvrage.

Bien sûr, le loisir astronomique n'est pas particulièrement centré sur la lecture d'ouvrage, ni limité à une contemplation passive du ciel, mais s'appuie aussi sur des pratiques actives d'observation, voire de développement de projets technologiques ou de participation à des programmes scientifiques. Or, dans ces domaines, en plus de la révolution des réseaux informatiques, les activités des passionnés ont été dynamisées par deux autres importantes évolutions technologiques ces dernières décennies : l'apparition de télescopes produits par des industriels pour un coût relativement faible dans les années 1970 [5] et celle des détecteurs électroniques devenus de plus en plus accessibles dans les années 1990-2000 (Las Vergnas, Piednoël et Gautier, 2012).

2.4 Les lieux actuels de pratique et les populations concernées

Pour décrire les différents types de curieux et de passionnés d'astronomie, on peut s'appuyer sur un modèle pyramidal allant du plus large public au plus spécialisé, des attentes des plus simples aux plus complexes [6]. Nous allons ici essayer de décrire ce modèle progressivement en nous appuyant sur plusieurs études menées par l'AFA pour le compte de différents ministères, déjà citées plus haut (Piednoël *et al.*, 2016, 2006 ; Bury *et al.*, 2013). Ces analyses des publics concernés vont nous permettre aussi de préciser en parallèle le profil de ceux qui ont des besoins / envies de connaissances nouvelles, des besoins de renforcement des connaissances.

Le plus large niveau est celui des simples curieux : plusieurs millions de personnes visitent des structures muséales ou de médiation scientifique dans le domaine de l'astronomie. Depuis 1991, l'opération estivale intitulée « Les nuits des étoiles » joue un rôle clef de la promotion nationale de ce type d'activité (voir en particulier l'analyse historique de sa genèse et de son développement dans la série d'articles intitulée « Loisir aérospatial et astronomique, la saga de l'association nationale des clubs scientifiques », Las Vergnas, Piednoël et Gautier, 2012) permettant à la fois la diffusion chaque année en août de plusieurs millions de cartes du ciel *via* la presse imprimée mais aussi l'ouverture de plusieurs centaines de sites d'observation qui accueillent au total annuellement plus d'une centaine de milliers de personnes dans des soirées gratuites de découverte. Hormis des fluctuations liées aux conditions météorologiques, ces chiffres sont globalement stables, voire en légère croissance ces dernières années.

Toujours à ce niveau des simples curieux, la presse joue un rôle essentiel. La plus diffusée des revues française est lue régulièrement par 50 à 80 000 personnes répartis entre 27 000 lecteurs directs [7] et le reste en lectorat *de seconde main* [8]. À noter que cette revue – *Ciel & Espace* – dont nous citons les chiffres ci-dessus, est très majoritairement achetée et lue par des personnes en région et non à Paris.

5. En fait de nombreux instruments d'observation ont été produits durant la guerre du Vietnam à des fins de surveillance du théâtre de guerre ce qui a eu pour conséquence une diminution massive des coups des télescopes amateurs.

6. Il est à noter que cette structure pyramidale est complexe, car contrairement a ce que l'on pourrait imaginer, l'élargissement de la base (les deux premiers niveaux) par les Nuits des étoiles dans ces vingt-cinq dernières années n'a pas conduit à une augmentation du public concerné par les clubs ou les activités de type professionnel / amateur.

7. Achetant le revue en kiosque ou étant abonnés.

8. Personnes lisant une revue achetée par tiers. La pratique est courante dans les clubs et associations qui s'abonnent et font profiter leurs adhérents des revues.

Tableau 1 – Les clubs se répartissent de manière presque égale entre structures ouvertes et fermées. La majorité d'entre eux s'adresse à un public de néophytes, ce qui paraît logique au regard de toute activité cognitive à fort pouvoir d'attrait. Beaucoup de débutant viennent découvrir les choses, groupe au sein duquel quelques confirmés pour surgir

	Ouvert	**Réservé**	**Total**
Néophytes	251 (47 %)	167 (31 %)	418 (78 %)
Confirmés	28 (5 %)	90 (17 %)	118 (22 %)
Total	279 (52 %)	257 (48 %)	536 (100 %)

Si l'on s'attache maintenant aux personnes plus directement impliquées dans des activités d'observation, il faut savoir que même s'il existe de nombreux observateurs isolés, une proportion notable de la pratique se déroule au sein de groupes ou de clubs [9] d'astronomie. Nous allons nous attacher à les décrire en détail plus avant.

2.5 Les clubs d'astronomie

Près de 600 clubs (ou autres structures d'animation) d'astronomie existent en France (323 d'entre eux ont répondu à l'inventaire AFA 2016) regroupant environ 33 milliers de membres. Ils sont structurés sous plusieurs formes : personnes morales autonomes (associations loi 1901), sections de structures plus grandes comme des MJC et clubs périscolaires dépendant d'un foyer socio-éducatif. Dans le cadre des inventaires AFA, une étude plus détaillée de la nature des clubs fait apparaître deux grand axes qui définissent quatre grandes catégories dans lesquelles se répartissent les structures. Le premier axe est celui de l'ouverture, ce qui peut se traduite par le fait que le club soit ouvert à tous ou réservé (un exemple typique de structure réservée est celui d'un club scolaire, réservé aux élèves de l'établissement). Le deuxième axe important correspond à la compétence du public, sans que cela constitue un pré-requis, compétence que l'on peut schématiser par le doublet : néophyte / expert. Les clubs ayant une forte activité tournée vers le grand public des néophytes représentent la plus forte proportion des clubs en activité (*cf.* tab. 1).

Le public touché, et par conséquent formé, est beaucoup plus nombreux dans les structures tournées vers les néophytes que dans les clubs d'experts (*cf.* tab. 2). Par contre, comme nous le verrons plus tard, la frontière n'est pas étanche, de nombreux clubs tournés vers un public de connaisseurs participent aussi à la « Nuit des étoiles » qui est la plus grande opération d'astronomie orientée vers le grand public à ce jour en France.

9. Les clubs sont les principaux prescripteurs et lieux de rassemblement et d'échange en mode présentiel.

Tableau 2 – Nombre de bénéficiaires par type de structure en 2014. Une cinquantaine de structures (Cité des sciences, Cité de l'espace...) de type ouvert / néophytes totalisent à elles-seules 79 % des bénéficiaires Néophytes. Toutefois, l'on constate nettement que les structures adaptées à un public averti touchent un public plus faible et sont en proportion moins nombreuses

	Ouvert	**Réservé**
Néophytes	2 533 850 (98.7)	15 236 (0.59)
Avertis	8 149 (0.31)	8 898 (0.35)

Quelque soit leur catégorie, beaucoup de clubs organisent des présentations, formations lors de leurs réunions. Un transfert de compétence notable a lieu lors des activités entre membres. Les clubs sont avec ces structures d'animation plus professionnalisées, les acteurs majeurs de l'offre de formation présentielle à la pratique de l'astronomie. Celle-ci tend à se formaliser depuis quelque temps mais l'essentiel est due à des actions bénévoles au sein de petites structures [10].

Actuellement, au sein des plus grosses de ces structures (planétarium ou centres d'animation du type « stations de nuit »), on trouve tout de même environ 300 animateurs professionnels qui ont l'astronomie comme composante totale ou partielle de leur activité [11].

En règle générale, le contenu de ces formations est conçu en interne ou par des pairs connus des clubs : cela ne fait que depuis trois ans qu'il existe des agréments de formateurs [12] et de formateurs de formateurs [13]. Ces agréments sont délivrés par l'AFA, en partenariat avec le Réseau national d'éducation populaire et d'animation de centres de loisirs pour enfants « les Francas », dans le cadre du projet financé par le « Programme des investissements d'avenir » intitulé SIDERAL ; celui-ci vise au développement d'un label accompagnant le développement de la pratique du loisir astronomie pour 20 000 jeunes de 9 à 13 ans en cinq ans en France.

10. Si les exposés ou conférences qui y sont organisés sont formels par essence, le présentateur doit approfondir et valider son sujet, obtenir l'iconographie et c'est ici qu'interviennent les supports numériques : ceux ci facilitent sa préparation et placent ainsi le futur conférencier lui-même en situation d'apprentissage informel.

11. Signalons que l'apparition, il y a une trentaine d'années, de formations formelles dédiées à la médiation scientifique (en particulier à l'IUT de Tours avec une année spéciale devenue depuis une licence professionnelle « Animation scientifique et éducation relative à l'environnement ») a fourni un vivier qualitatif d'animateurs de réseaux (Las Vergnas, 2012, 2016). Celui-ci a permis ensuite de développer la strate de professionnels non institutionnels et de conquérir un plus large public souhaitant participer à des activités encadrées de qualité. Plusieurs structures d'accueil proposent ainsi même des activités pour toute la famille en découplant des activités de vacances traditionnelles et des activités scientifiques et/ou nocturnes.

12. 120 en janvier 2016.

13. 69 au début de l'année 2016.

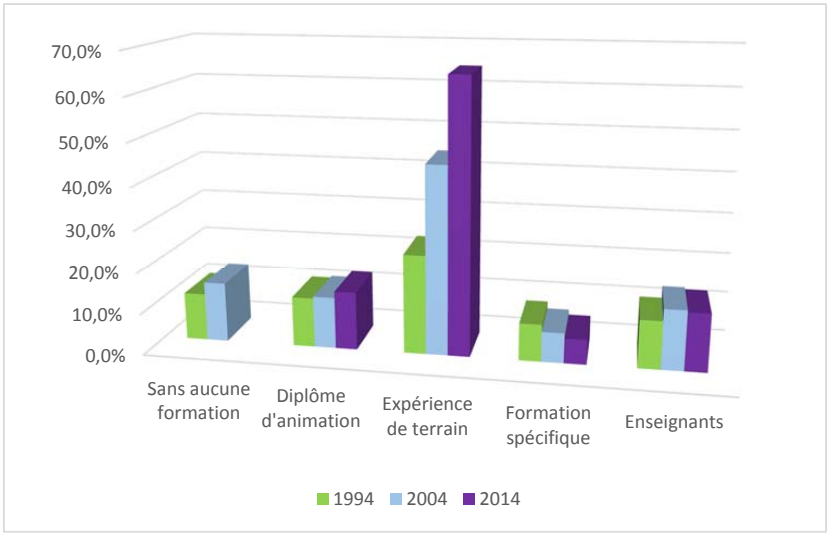


Figure 1 – Comparaison des qualifications ou formations des animateurs entre 1994 et 2014

Sur 1 439 animateurs spécialisés en astronomie, bénévoles ou salariés, 197 sont des enseignants et 191 ont un diplôme d'animateur volontaire ou professionnel (14 %) mais l'écrasante majorité des animateurs ont avant tout une expérience de terrain (65 %).

La comparaison aux données de 1994 ou de 2004 montre peu d'évolution à l'exception de la forte augmentation de la part de l'expérience de terrain dans la formation des animateurs, encore sur cet inventaire (*cf.* fig. 1).

2.6 Les programmes de collaboration amateurs-professionnels

Comme indiqué dans l'introduction, l'astronomie a de tous temps été une activité mêlant des professionnels et des amateurs, avec au début du XX^{e} siècle des passionnés fortunés finançant des observatoires exploités par des professionnels. Depuis lors sont nés (*cf.* tab. 4) de nombreux programmes observationnels collaboratifs (nommés Pro/AM dans le monde anglo-saxon). La participation à ces programmes nécessite de regrouper un nombre important de compétences et donne donc lieu à une activité de formation conséquente. L'on se place de fait dans le cadre d'une formation qui n'est pas formelle, de par sa nature intrinsèque. Il est à noter que pratiquement tous les domaines de l'astrophysique sont couverts (*cf.* tab. 4), à l'exception notable de la cosmologie, dans laquelle ces pratiques en sont aux premiers balbutiements. L'intrication de ces projets et d'Internet est variable, allant du minimum – la messagerie – à une activité exclusivement réalisée en ligne.

.

Tableau 3 – Les programmes d'astronomie observationelle collaborative actifs en 2013 sont majoritairement jeunes (moins de 10 ans) ; quelques-uns nés dans les années 1990-2000 (détection d'astéroïdes, mesure de leurs formes, recherche de supernovae. . .) ont agi comme précurseurs à la fois vers les amateurs et les professionnels. Les amateurs ont montré qu'ils étaient capable de produire des mesures de qualité utilisables et les professionnels ont découvert le niveau de qualité atteint par les amateurs

Année naissance	**Nombre**
$<$ 1980	2
1980 — 1990	1
1990 — 1999	3
2000 — 2002	0
2003 — 2004	2
2004 — 2006	1
2006 — 2008	8
2008 — 2010	9
2010 — 2012	4
Total	**30**

Tableau 4 – Si l'étude du système solaire représente près de la moitié des sujets des programmes collaboratifs les autres domaines de l'astrophysique sont aussi présents. Seule la cosmologie – qui nécessite les instruments les plus puissants au monde – est exclue du champ des programmes. À noter que la radio-astronomie, théoriquement à la portée des amateurs, n'a suscité aucun projet pérenne

Thématique	**Proportion**
Soleil	5 %
Système solaire	45
Étoiles	32 %
Galactique	18 %

Tableau 5 – Liste des diplômes d'université (DU) proposés en France, s'y ajoutera à compter de la rentrée 2017 un DU à l'Universite de Lille. L'on peut noter une quasi-équirépartition entre les formations à distance et celles en mode présentiel

Titre	**Niveau**	**Organisateur**	**Nature**
Explorer et comprendre l'Univers	L1	Obs. Paris	Présentiel
Explorer et comprendre l'Univers	L1	Obs. Paris	Distance
Structuration de l'Univers	L2	Obs. Paris	Présentiel
Fenêtre sur l'Univers	L2/L3/M1	Obs. Paris	Distance
Astronomie et mécanique céleste	Terminale	Obs. Paris	Distance
Astronomie, astrophysique, une formation de base	Non précisé	CNED	Distance
Astrophysique : approfondissement, à propos de l'âge de l'Univers	Non précisé	CNED	Distance

Si l'on se place sur le registre des compétences, l'on pourrait imaginer qu'il s'agit d'expériences réservés aux amateurs les plus aguerris. La réalité montre le contraire, seuls 50 % des programmes sont réservés aux experts. À noter que le terme « réservé » ne fait pas allusion à un contrôle d'accès mais plutôt à un niveau de compétence nécessaire à une participation active et plaisante au programme. Nous verrons dans la suite que la généralisation d'Internet a conduit à la naissance d'une catégorie particulière de projets entièrement en ligne, fondés sur le partage de ressources en ligne, soit de temps de calcul d'ordinateur, soit soit de temps humain d'interprétation d'images.

3 Quelques rares formations formalisées, à destination des formateurs et des autodidactes

3.1 Une offre de formation formelle très réduite

Comme cela a été signalé plus haut, il existe très peu d'offres institutionnelles de formation pour adultes dans ce domaine, en particulier en raison de la très faible inscription des savoirs astronomiques dans les cursus scolaires avant le Master. En France, à notre connaissance, seuls quelques diplômes d'université (DU Astronomie) (tab. 5) existent en présentiel ou dans des modes de présentation à distance, parfois associés à des MOOCs.

Le faible nombre de ces formations, leur aspect impliquant et leur niveau relativement élevé font que les besoins ordinaires de connaissances des amateurs sont massivement assouvis par d'autres vecteurs d'auto-formation bien moins formels. Un « curieux », ou un « passionné » du ciel individuel peut se tenir informé à l'aide de la presse spécialisée, des conférences diverses (dans ou en dehors de son club) mais surtout en

Tableau 6 – Nombre de formations formalisées de type « stage » organisées par an. Les stages 123 étoiles valident des compétences (tout en étant non diplômants). Les compétences visées sont surtout astronomiques (types d'étoiles, mouvement des planètes...) et observationnelles. Les compétences pointues en astrophysique sont globalement hors du champ d'action de ces stages

Type de stage	**Nombre**
123 étoiles (AFA & partenaires)	60 à 100
Autres structures nationales	$\sim$ 100

ligne à l'aide de nombreux sites ou forums spécialisés. Il existe de nombreux sites dédiés à l'actualité mais aussi de très nombreux sites liés aux agences américaines qui font de très gros efforts de diffusion de leurs résultats auprès du grand public [14].

Quelques dizaines de formations ou de journées thématiques (tab. 6) ouvertes au delà des adhérents des structures organisatrices sont elles aussi organisées chaque année. La plus emblématique d'entre elles, se tient tous les deux ans à Paris-La Villette, intitulée « Les rencontres du Ciel et de l'Espace » (RCE). Sur trois jours, à l'initiative de l'AFA, plusieurs milliers d'amateurs se pressent pour assister à plus de cent conférences techniques et scientifiques qui se tiennent simultanément dans sept salles en parallèle d'un salon qui regroupe les importateurs et vendeurs de matériel, des librairies spécialisées ainsi que le grande majorité des acteurs français du monde de l'astronomie.

3.2 Les formations formalisées de formateurs

Tous ces éléments confirment qu'il y a une forte attente de formation et d'acquisition de compétences, même si l'histoire récente de ces vingt dernières années ne montre pas pour autant un accroissement notable de l'offre formelle de formation présentielle. Et de fait, si l'on s'intéresse spécifiquement aux formations de formateurs, on constate qu'elles sont très rares et essentiellement dédiées à de futurs animateurs professionnels. S'il existe un certain nombre de MOOCs (par exemple à l'université de Lausanne) mis à disposition par des universités, l'offre est majoritairement en langue anglaise ce qui en réduit sa pénétration auprès d'un public en grande majorité uniquement francophone.

Ainsi, un membre de club qui prépare son exposé du samedi [15] n'a que peu de solutions qui répondent à ses besoins spécifiques et à ses interrogations concernant l'actualité ou aux problématiques de fond. Il va le plus souvent naviguer à la recherche d'iconographie sur Internet et son parcours au travers de l'arbre des liens lui fournira de nombreuses informations connexes qui seront exploitées directement ou – surtout –

14. L'*outreach* est l'une des missions fondamentales des agences américaines, car elle correspond à une composante volontariste du *Freedom of Information Act* entré en vigueur en 1966 et qui oblige les administrations à diffuser leurs documents lors de toute demande. La diffusion volontaire d'informations simplifie la gestion de ces demandes potentielles et justifie auprès des contribuables l'usage des fonds publics alloués.

15. Une forme d'activité relativement fréquente, s'apparentant à une mini formation, mais dispensée donc par un non spécialiste de la transmission des savoirs.

ultérieurement. D'ailleurs, s'il fait partie des plus impliqués, il pourra alimenter sa présentation de données ou d'images empruntées à tel ou tel programme d'astronomie participative auquel il est (ou envisage d'être) associé, ce qui lui permettra de lier son activité de pratique personnelle et son rôle de transmetteur de savoirs.

4 Le *e-learning* informel en astronomie de loisir : quelques exemples de développement de compétences en ligne

4.1 L'Internet astronomique, un espace connecté polyvalent...

Comme cela a déjà été présenté plutôt, les possibilités et les modalités de pratique du loisir astronomique ont été profondément bouleversées durant les trois dernières décennies. Ainsi, le déploiement des ordinateurs personnels et celui des capteurs électroniques devenus rapidement des « imageurs numériques » en parallèle avec la montée en puissance du réseau Internet, puis des réseaux sociaux et des *big data* ont permis non seulement l'invention de nouvelles activités mais aussi leur large diffusion. Ce bouleversement a fait en particulier quasiment disparaître la séparation entre pratique d'une activité et formation à l'astronomie.

Cette période a vu en fait la diffusion rapide d'un nouveau mode de pratique collective, intermédiaire entre le petit groupe local qui se réunit une à deux fois par semaine ou par mois et les grands rassemblements nationaux, celui des réseaux sociaux virtuels, c'est à dire d'une relation asynchrone mais très peu inertielle au sein d'une communauté partageant les mêmes centres d'intérêt et où on peut presque toujours trouver quelqu'un qui va réagir vite et contribuer à faire progresser d'un petit (voire d'un grand pas) le collectif, souvent informel. Il ne s'agit donc pas à proprement parler de réseaux de formation par *e-learning*, mais de communautés de partage ou de co-élaboration de connaissance. Nous allons ici en présenter quelques exemples.

- L'exemple d'une liste de diffusion.
- Les pages perso et leurs hébergements.
- Les groupes Facebook.
- La presse en ligne.

4.2 Un exemple éclairant : la naissance de la liste de diffusion Aude

Il s'agit d'une liste de diffusion née dans les années 1990 de la volonté de quelques amateurs de partager leurs connaissances dans le domaine naissant des détecteurs électroniques utilisables par des non professionnels [16].

Si l'on regarde le message inaugural reproduit figure 2 l'on voit que tous les intervenants sont issus du milieu professionnel ou travaillent dans ce milieu [17].

16. En particulier les caméras CCD, sortes d'appareils photo numériques dédiés à l'imagerie astronomique.

17. Les adresses personnelles n'étaient pas répandues à l'époque.

.

Date: Fri, 10 Mar 19[illegible] MET
From: [illegible] <[illegible]01.obs-azur.fr>
To: [illegible]@ocar01.obs-azur.fr, [illegible]@ls.eso.org, [illegible]@hq.eso.org,
[illegible]@supaero.fr, [illegible]@dvorak.obs-nice.fr
CC: [illegible]@ocar01.obs-azur.fr
Subject: creation d'une liste CCD amateurs francophones

Je suis en passe de creer un serveur de liste pour l'echange
d'informations entre astronomes amateurs francophones, plutot
oriente cameras CCD et observations. Je vous transmets ce
message pour connaitre votre interet a participer a une telle
liste. Me repondre, et je vous placerai des mardi prochain sur
cette liste. Le principe d'une liste est celle d'une adresse
centrale a qui on ecrit et toutes les personnes sur la liste
recoivent copie du message. Cela permet de passer des infos,
de poser des question, etc....
Message envoye a :
[illegible]@msg.ti.com
[illegible]@sophia.inria.fr
[illegible]otaranis.obs-azur.fr
[illegible]@donald.cnes.fr
[illegible]@supaero.fr
[illegible]@obspm.fr
[illegible]iob.obspm.fr
[illegible]@obspm.fr
[illegible]@iap.fr
[illegible]@ocar01.obs-azur.fr
[illegible]@ls.eso.org
[illegible]@hq.eso.org

A diffuser le plus largement possible (quebec, belgique, suisse,OCs et france...)

Figure 2 – Premier message envoyé sur la liste Aude, message envoyé en pleine nuit à une série de passionnés qui ne maîtrisaient par forcement le principe d'une telle liste si l'on regarde la fin du message d'invitation. En 1995 la méthode était suffisamment nouvelle pour devoir être expliquée. Les noms des destinataires ont été floutés car certaines adresses sont encore valides à ce jour

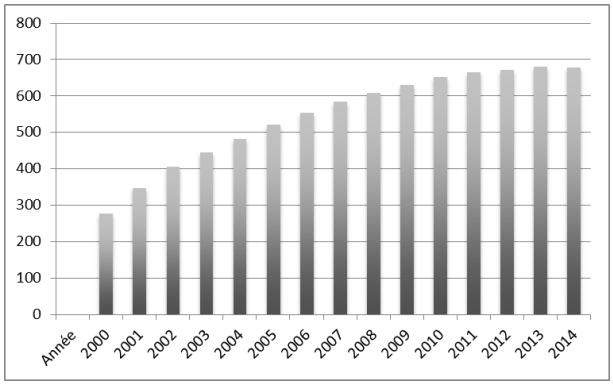


Figure 3 – Évolution nombre d'inscrits depuis le transfert sur Yahoo ! à la fin de 2000. L'on voit que le nombre d'inscrits croit de plus en plus lentement. S'agissant d'un groupe Yahoo ! la désinscription est rare car les groupes ne sont pas intrusifs, les boites mail ne saturent donc pas et par conséquent ne provoquent pas de désinscription, ce qui est un biais influant grandement sur la sensation de croissance constante. La figure 5 donne, à notre sens, une impression plus réaliste de l'activité

.

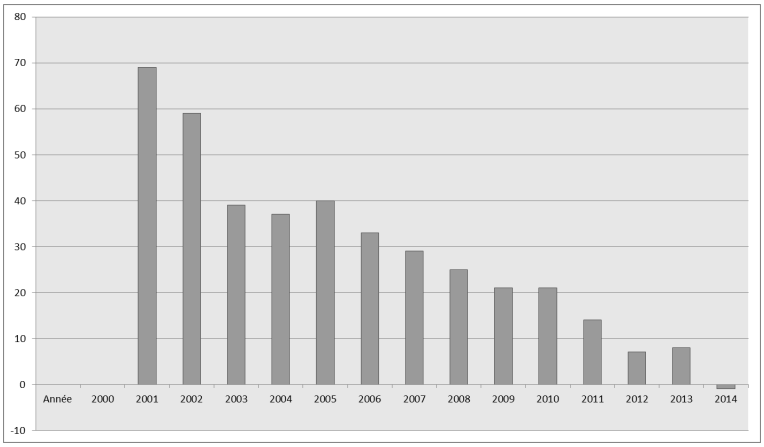


FIGURE 4 – Le nombre de nouvelles inscriptions sur le groupe Aude chute (linéairement) depuis quinze ans. Cela montre bien une usure de l'outil que nous estimons être due à l'obsolescence de l'outil et à la saturation (en nombre et compétences) du public pouvant être concerné

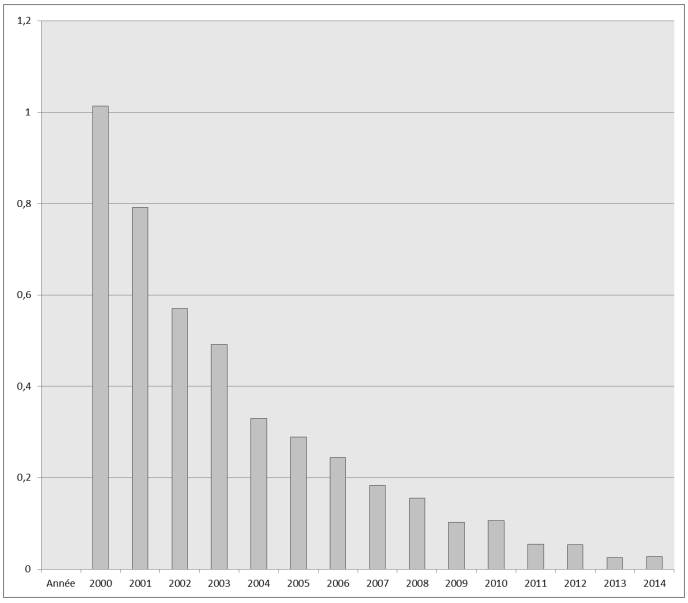


FIGURE 5 – Nombre moyen de messages par participant. Il y a toujours eu moins d'un message par an et par participant. Cela montre qu'il s'agit d'un vecteur de diffusion d'information. Celle ci est émise par quelques *sachants* vers de nombreux *apprenants*. Ensuite la décroissance exponentielle du nombre de participants montre l'usure de l'outil, probablement moins adaptée aux usages actuels d'Internet

Cette liste [18] est rapidement passée de 12 membres à plus de 600 [19] (*cf.* fig. 3) vers 2010, avec une grande majorité de consommateurs passifs (fig. 5), quelques membres posent des questions et encore moins y répondent.

Il est à noter que toutes les *pointures* du domaine – de l'époque – sont présentes sur la liste.

Cette liste a grandement aidé à la diffusion des moyens électroniques d'observation [20] qui sont devenus les instruments d'observation majoritaires (après l'œil nu).

Cette diffusion n'aurait pu avoir lieu sans la mise à disposition de logiciels (créés car des membres de la liste) complétés par la montée en compétence des utilisateurs. Un nouvel outil, une nouvelle façon d'observer : tout cela doit être appris et nous sommes intégralement dans le cadre d'apprentissages informels.

Et c'est à ce niveau que sont intervenus les outils de *e-learning* ainsi que des formations classiques, les unes prenant le relais des autres et réciproquement (questions posées après une formation en mode présentiel, annonce d'un stage pratique...). Cette liste, au départ très informelle [21] a donné naissance à une association organisant des formation et finançant de nouveaux projets dans le domaine.

Cette exemple de liste de diffusion peut sembler rétrograde (l'outil s'use, comme le montre la figure 5) avec l'interdiction de poster des images [22], les problèmes de caractères accentués mais le résultat est là et cela fonctionne plutôt très bien.

Ces outils ont toutefois permis de combler un manque de moyen d'échanges au sein d'une communauté en devenir, géographiquement très dispersée et socialement très disparate.

Cette liste a été à l'origine [23] de la plus grande révolution de l'astronomie amateur au XX^{e} siècle. Elle a permis aux meilleurs d'être au niveau des professionnels et à la grande majorité de parvenir au niveau des meilleurs mondiaux des années 1980 !

4.3 Les pages Web de passionnés et de clubs

Avec l'accroissement de l'offre d'accès Internet et la baisse des coûts à la fin des années 1990 sont nées des offres d'hébergement gratuites à destination des particuliers.

18. En quelques années ces listes ont supplanté leurs ancêtres que sont les forums USENET car plus simple d'utilisation et de création.

19. Chiffres obtenus auprès des actuels modérateurs de la liste, devenue en 200x un groupe Yahoo.

20. Les caméras CCD ont très rapidement détrônées la photographie argentique malgré un coût du matériel environ 20 fois plus élevé car elles sont beaucoup plus efficaces et réduisant donc le coût du reste du matériel pour une résultat bien meilleur.

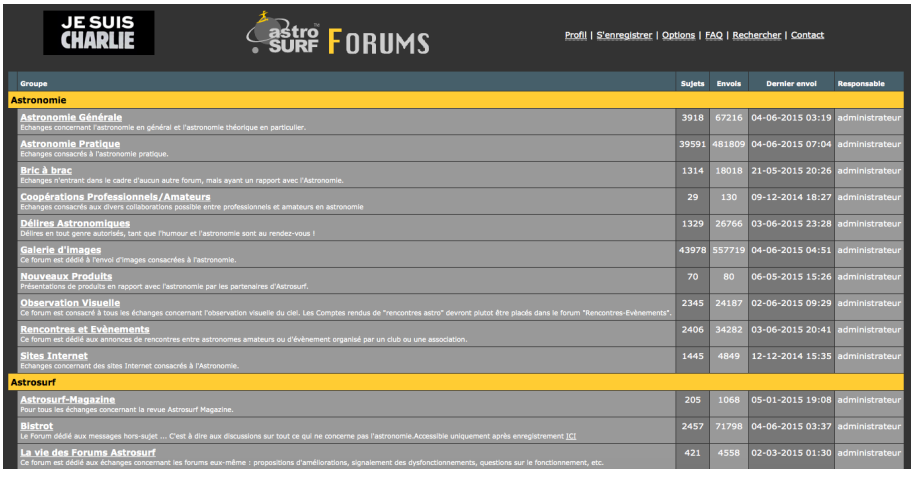
21. Y compris de part son hébergement en perruque par un observatoire professionnel.

22. Les systèmes de messagerie géraient très mal les caractères accentués et les pièces jointes. Sans parler de la bande passante disponible très faible (quelques kbit/s à comparer aux 20 Mbit/s de l'ADSL et aux 100 Mbit/s de la fibre).

23. Avec un congrès essentiellement organisé par des membres futurs de la liste : les Rencontres astronomiques de Carcassonne, mêlant amateurs et professionnels, un brassage assez unique en son genre à l'époque.



FIGURE 6 – Le portail Astrosurf montre toute sa richesse dans le menu du site. Toutes les rubriques nécessaires à un amateur y sont présentes, avec en particulier un agenda, des éphémérides, les pages perso et les forums. Par contre l'on voit aussi qu'il ne s'agit pas d'un site éditorial, il n'y a pas d'actualités ou de dossiers de fond. Il s'agit donc d'un lieu d'échange et de partage



Groupe	Sujets	Envois	Dernier envoi	Responsable
Astronomie				
Astronomie Générale Échanges concernant l'astronomie en général et l'astronomie théorique en particulier.	3918	67216	04-06-2015 03:19	administrateur
Astronomie Pratique Échanges consacrés à l'astronomie pratique.	39591	481809	04-06-2015 07:04	administrateur
Bric à brac Échanges n'entrant dans le cadre d'aucun autre forum, mais ayant un rapport avec l'Astronomie.	1314	18018	21-05-2015 20:26	administrateur
Coopérations Professionnels/Amateurs Échanges consacrés aux divers collaborations possible entre professionnels et amateurs en astronomie	29	130	09-12-2014 18:27	administrateur
Délires Astronomiques Délires en tout genre autorisés, tant que l'humour et l'astronomie sont au rendez-vous !	1329	26766	03-06-2015 23:28	administrateur
Galerie d'images Ce forum est dédié à l'envoi d'images consacrées à l'astronomie.	43978	557719	04-06-2015 04:51	administrateur
Nouveaux Produits Présentations de produits en rapport avec l'astronomie par les partenaires d'Astrosurf.	70	80	06-05-2015 15:26	administrateur
Observation Visuelle Ce forum est consacré à tous les échanges concernant l'observation visuelle du ciel. Les Comptes rendus de "rencontres astro" devront plutot être placés dans le forum "Rencontres-Evènements".	2345	24187	02-06-2015 09:29	administrateur
Rencontres et Evènements Ce forum est dédié aux annonces de rencontres entre astronomes amateurs ou d'évènement organisé par un club ou une association.	2406	34282	03-06-2015 20:41	administrateur
Sites Internet Échanges concernant des sites Internet consacrés à l'Astronomie.	1445	4849	12-12-2014 15:35	administrateur
Astrosurf				
Astrosurf-Magazine Pour tous les échanges concernant la revue Astrosurf Magazine.	205	1068	05-01-2015 19:08	administrateur
Bistrot Le Forum dédié aux messages hors-sujet ... C'est à dire aux discussions sur tout ce qui ne concerne pas l'astronomie.Accessible uniquement après enregistrement ICI	2457	71798	04-06-2015 03:37	administrateur
La vie des Forums Astrosurf Ce forum est dédié aux échanges concernant les forums eux-même : propositions d'améliorations, signalement des dysfonctionnements, questions sur le fonctionnement, etc.	421	4558	02-03-2015 01:30	administrateur

FIGURE 7 – Début de la liste de forums proposés par Astrosurf. Les thématiques vont de l'astronomie générale aux collaborations ProAm en passant par les galeries d'images, tout lecteur peut y trouver son compte

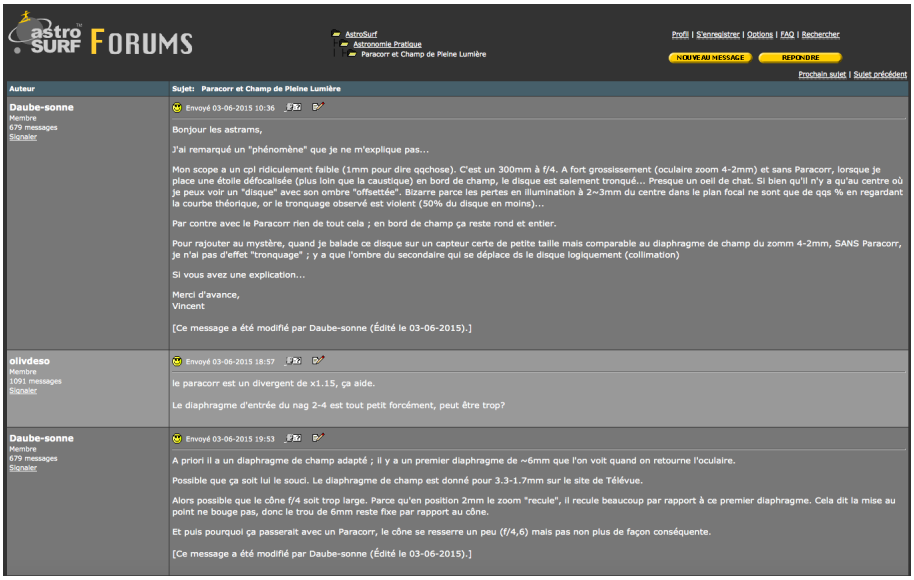


Figure 8 – Exemple de questions / réponses obtenu sur l'un des forums Astrosurf. L'on voit que les réponses sont de qualité et argumentées

Certains hébergeurs (parfois aujourd'hui disparus) ont choisi de spécialiser leur offre vers des marchés de niche, par exemple l'astronomie. Aujourd'hui survit un seul acteur français dans le domaine : Astrosurf. C'est à la fois un hébergeur gratuit (plus de 5 000 sites en dix-sept ans à fin 2015 [24]) et un hôte pour des forums liés au domaine. C'est cette dualité (fig. 6, 7, 8) qui a fait – et fait toujours – la force et la spécificité de cet hébergeur non commercial.

Des individus ou des clubs enrichissent leurs pages et postent des liens vers leurs pages sur les forums. Dans la discussion qui s'en suit la distribution des rôles de formateur et d'apprenant est floue et peut basculer plusieurs fois au cours d'un fil de discussion par le jeu des questions / réponses. Et là aussi, le mode et surtout le sens des apprentissages peut changer plusieurs fois le long d'un fil ce qui rend impossible la désignation d'un formateur et d'un apprenant ; on se trouve plus dans la situation d'une construction collective de savoirs et ce qui est en revanche très clair c'est que ce type de pratique ne rentre pas dans le cadre du modèle d'un *e-learning* formel. Les seules exceptions sont les pages de certains spécialistes passionnés maîtrisant des technologies de haut niveau (fig. 9, 10) et où les usagers se positionnent clairement dans une volonté forte de se faire enseigner un savoir très élaboré (*how to build a...*, comment piloter ma caméra...). Si l'on est là totalement dans le cadre de l'*e-learning* (il n'y a pas d'offre présentielle complémentaire, contrairement au premier exemple) ces pages rentrent souvent dans un cadre d'apprentissage formel car l'apprenant consulte ces sites avec une volonté de se rendre dans un espace dédié à la formation ET avec la volonté de mettre en oeuvre ses apprentissages par la pratique. Nous ne nous étendrons donc pas plus sur ces sites.

24. Source J.-P. Cazard, Astrosurf.com / Axilone.



FIGURE 9 – Une page créée par un passionné de haut niveau dédiée à son observatoire privé, sur laquelle il partage ses trucs et astuces concernant le système informatique qu'il utilise pour gérer et piloter son instrument

4.4 L'usage de Facebook et son rôle de développement de savoirs

De nombreux groupes liés de près ou de loin à l'astronomie existent. Ils tirent grandement parti des spécificités de Facebook à savoir la facilité de partage, de collation et d'accrétion d'informations. Facebook permet très facilement de relayer l'information vers un nouveau cercle, en élargissant le public touché par l'information initiale tout en la complétant éventuellement par d'autres sources. Un cas particulièrement frappant est celui des groupes dédiés aux – belles – images du ciel (figure).

Ces images ont la particularité de ne pas être techniques et – si elles sont difficiles à réaliser – elles nécessitent peu d'investissement matériel.

Elles sont faciles à partager car liées à notre environnement direct et sont donc partageables avec le plus grand nombre, y compris des contemplatifs de la natures, des non spécialistes, ce qui élargit sensiblement le cercle d'influence de l'information et donc son impact.

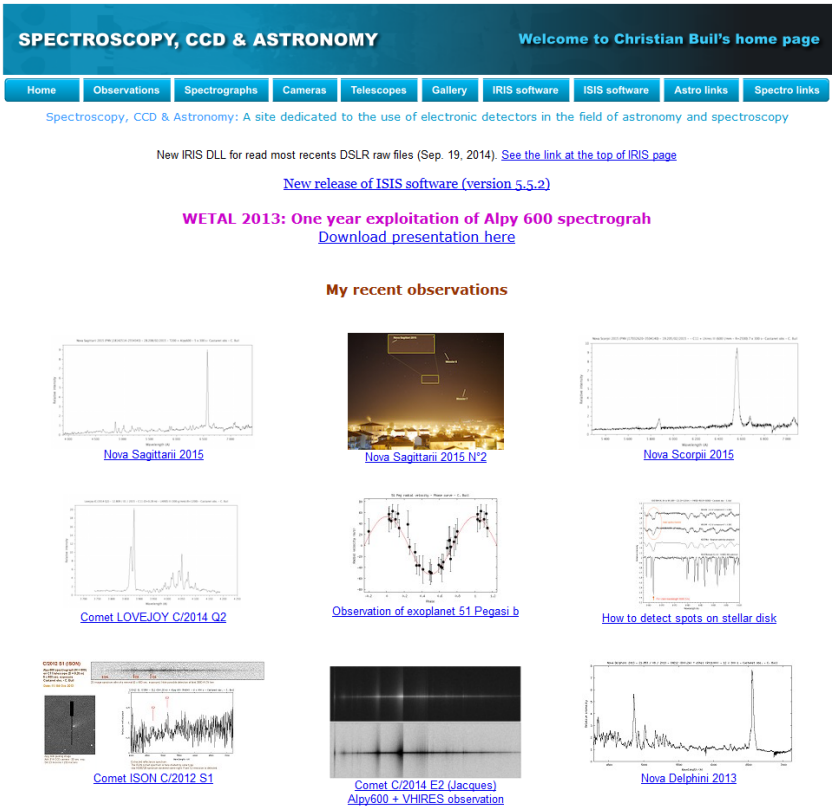


FIGURE 10 – Page Web d'un spécialiste de haut niveau. La page est dédiée à deux volets particulier de l'astronomie, l'imagerie CCD et la spectroscopie. Un rapide coup d'oeil en montre la haute technicité mais aussi la volonté de transmission des connaissances acquises, dans un modèle assimilable à du *e-learning* formel

La grande majorité des images est commentée et l'analyse des commentaires peut progressivement être classifiée comme suit [25].

(1) Une grande majorité de : *Ah c'est beau, bravo.*

(2) Quelques : *Moi [ou untel] j'ai fait mieux, regarde ici.*

(3) *C'est bien, mais si tu faisais ceci ou cela ce serait encore mieux.*

Et enfin il y a une autre catégorie de *posts* dans lequel le commentaire initial exprime une insatisfaction et appelle une réponse, une demande, une aide. Selon nous ce cas se place dans un cadre formel pour les deux intervenants principaux mais les autres lecteurs de cette page sont dans un cadre informel.

Le principe d'héritage multiple qui est au cœur du fonctionnement de Facebook fait que le cadre formel initial devient minoritaire face à la majorité des lecteurs qui

25. Une étude qualitative et quantitative de ces dimensions pourrait être intéressante en terme de sociologique et d'analyse des intrants.

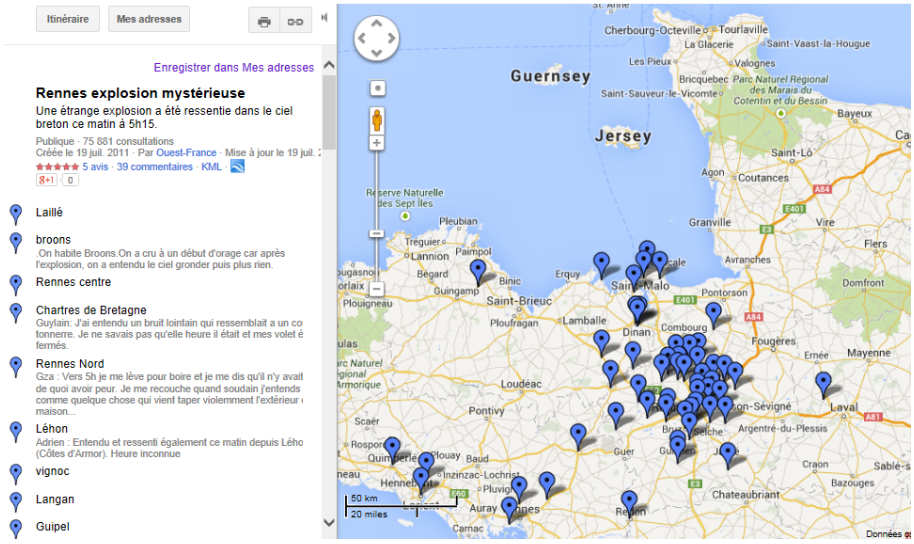


Figure 11 – Carte Google proposée à la suite des témoignages spontanés sur la météorite du 19/07/2011 par le journal *Ouest-France*

sont placés, hors de leur volonté, en situation d'apprentissage, qui est informel de manière évidente. Aujourd'hui, on ne peut que constater que Facebook généralise les pratiques qui se rencontraient ces dernières années sur les forums du type de ceux hébergés par Astrossurf en les rendant bien plus ouverts et donc générant beaucoup plus de sérendipité et donc beaucoup plus d'opportunités de *e-learning* totalement informelles, au hasard des partages et des rafales de commentaires propres à ce réseau social.

4.5 Un exemple d'apprentissages complètement fortuits : le cas de la météorite bretonne

Le dernier exemple traite d'un cas touchant le très grand public y compris des personnes ne présentant aucun intérêt manifeste pour l'astronomie, de près ou de loin.

Le 19/07/11 au petit matin une météorite tombe sur la terre (ce qui arrive plusieurs centaines de fois [?] par an). Son entrée de la météorite dans l'atmosphère a été filmée et rapidement mise en ligne par un organisme de culture scientifique local [26].

Suite à la publication de cette vidéo la presse locale a étayé le phénomène et a mis en place sur son site un espace de collecte d'information, afin de recueillir un maximum de témoignages de témoins.

Le témoignage consistait à dire *j'habite à tel endroit* et *j'ai vu ou entendu* quelque chose.

26. L'Espace des sciences de Rennes.

Des centaines de témoignages sont arrivés sur le site du journal. Des animateurs ont répondus à moult questions sur l'origine du bruit (phénomène météo, avion franchissant le mur du son, météorite... comme on le voit sur la carte Google proposée à la suite de ces témoignages par le journal *Ouest-France* en figure 11). Ensuite six vidéos de caméras de surveillance ont été envoyées pour analyser les traces laissées au sol et ont finalement permis de déterminer la zone de chute de l'objet.

Le nombreux public ayant fourni des indications s'est donc placé dans une situation très nettement informelle d'acquisition et de co-construction de compétence, n'ayant aucun autre attrait pour cet objet de savoir que la curiosité. Dans ce cas précis, l'un des facteurs déterminant du succès de cette collecte a été l'implication d'un quotidien très implanté localement, avec une énorme audience [27]. Depuis cet épisode a été développé le programme « Vigie-Ciel – Fripon » (*cf.* https ://www.fripon.org/spip.php ?article28) qui complète la famille de projets intitulée « Vigie-Nature » portée par les équipes du Muséum national d'histoire naturelle (*cf.* chapitre 3 du présent ouvrage) : ce nouveau projet vise à faciliter le cas échéant la récupération des bolides météorites en associant un réseau d'un centaine de caméras grand champ, surveillant le ciel chaque soir depuis autant de sites en France avec des observateurs potentiellement capables d'appuyer rapidement les recherches au sol.

5 Les programmes participatifs et leurs caractéristiques formatives

Les exemples précédents que l'on pourrait multiplier à l'infini, en France comme à l'étranger, nous montrent bien que les communautés de passionnées d'astronomie fonctionnent comme un système d'*e-learning* informel autour de la thématique de l'astronomie, que ces usages sont ancrés dans l'histoire d'Internet, depuis les listes de diffusion comme celle de Aude présentée plus haut et autres forums USENET aux murs actuels du réseau social Facebook. Ils ont existé de fait bien avant l'apparition des outils formalisés que constituent les MOOCs, ou les *serious games* (de fait quasi inexistants dans la thématique).

Dans cette perspective, il est important de noter que les classiques programmes de collaboration amateurs professionnels, tels qu'ils ont été présentés plus haut se sont aussi très largement transformés (Las Vergnas, 2011). Ces programmes, qualifiés aujourd'hui de « participatifs [28] » peuvent se diviser en deux catégories. La première correspond à des programmes d'observations concertés, dans lesquels les contributions amateurs prennent en particulier la forme d'acquisition de données *via* des caméras ou des photomètres qui viennent alimenter des programmes de mécanique céleste ou d'astrophysique. La seconde catégorie est elle beaucoup plus récente, et correspond à des projets dans lesquels les non-professionnels sont sollicités pour participer à des traitements « humains » de collections entières d'images déjà acquises. Ces nouveaux projets qui se sont développés à la suite d'une première expérience débutée sous le

27. Il s'agit de *Ouest-France*, caractérisé par une diffusion totale de 700 000 exemplaires en 2016, comprenant énormément de portage à domicile, en fait le premier quotidien de France.

28. L'usage de ce vocabulaire est assez récent (début du XXI^{e} siècle) en replacement de l'ancienne désignation de ProAm.

nom de Zoogalaxy qui consistait à apprendre à distinguer d'un coup d'œil les différents types de galaxie sur les images prises par le Hubble Space Telescope.

5.1 Les programmes collaboratifs observationnels

En 2013, nous avons réalisé une étude des programmes participatifs observationnels pour le compte du MESR (Bury *et al.*, 2013). Il est à noter que Mousis *et al.* ont mené une étude plus complète mais limitée à l'astrophysique planétaire et que le club Éclipse essaye [29] de maintenir à jour une liste des projets. Les questionnaires retournés par les responsables de programmes montrent une grande diversités de projets impliquant les amateurs à différents stades.

Les axes de classification d'après ces retours sont les suivants :

- Implication requise.
- Difficulté technique et scientifique.
- Position dans la progression OHERIC, selon la classification proposée par Las Vergnas (2011).

L'un des premiers axes de différentiation réside dans l'implication requise, ce que certains astronomes désignent sous le nom de *triangle infernal* : travail, famille et astronomie. Si mener les deux premières activités de front est une chose normale bien que pas toujours facile à doser l'ajout de l'astronomie prend forcément du temps, souvent du temps du sommeil ce qui impacte l'une des deux autres activités. Ce critère est prépondérant, à long terme, dans le choix des activités, moins s'il n'est que rarement évoqué de prime abord. Par contre lorsque la question est directement posée la réponse quasi unanime : *c'est difficile !*

Globalement, les programmes étudiés dans cet inventaire montrent une forte implication des amateurs, qui sont souvent à l'origine du projet (dans 80 % des cas). Ces projets couvrent pratiquement tous les domaines de l'astrophysique : de l'étude du Système solaire aux mesures sur les exoplanètes [30] en passant par les plus traditionnelles recherche d'astéroïdes et de comètes. La très grande majorité des programmes s'appuie sur des sites ainsi que sur des forums ou des listes de diffusions (voir par exemple le programme Aras (dédié à l'étude d'un type particulier d'étoiles [fig. X]).

Ce type de programmes est en pleine croissance, certains existent depuis une vingtaine d'années mais chaque année il s'en crée de plus en plus.

À notre sens, les trois éléments responsables de ce fort développement sont : les capteurs électroniques [31], l'accroissement des capacités de calcul de nos ordinateurs [32] et enfin une meilleure formation technique de la population des amateurs.

29. Nous employons à dessein le terme *essayer* car il s'agit d'une tâche ingrate et difficile, nécessitant d'être au courant de l'intégralité des programmes en cours, ce qui n'est par rendu simple par la dispersion géographique et organisationnelle des porteurs de projets.

30. Planètes orbitant autour d'étoiles autres que le soleil.

31. Au milieu des années 1990 le coût de maintenance d'un scanner dédié à l'astronomie était d'environ 150 000 €. Aujourd'hui de meilleures capacités de détection sont offertes à tous pour un prix d'achat d'environ 2 000 €.

32. La loi de Moore prédit un doublement des capacités tous les deux ans. Depuis qu'elle a été énoncée en 1965 cette règle empirique a été vérifiée.

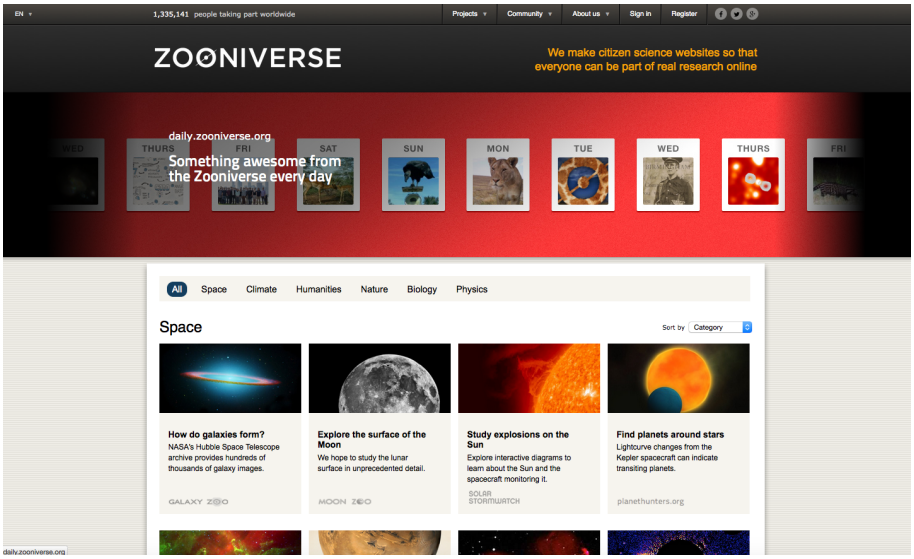


FIGURE 12 – La page d'accueil du portail Zooniverse montre la liste des projets ouverts à participation (la copie d'écran montre ceux liés à l'astronomie et à l'espace) auxquels il est possible de collaborer en donnant de son temps et de son savoir-faire, le tout devant un écran

Ce dernier élément, la montée en compétences est allée de pair avec le développement d'Internet en tant qu'outil d'échange et de communication. Au même moment toute une génération de docteurs es sciences ayant une forte sensibilité à la diffusion de la culture scientifique et technique a été formée [33]. La communauté disposait alors d'un vivier de compétences, de personnes prêtes et formées à les partager ainsi que d'un vecteur permettant de la faire simplement et vers un public dispersé.

5.2 Les programmes de contribution à des reconnaissances de formes dans des images

Si ces programmes d'astronomie observationnelle participative, ne sont pas foncièrement nouveau, *a contrario*, ce qui est vraiment apparu récemment comme nouveauté, c'est le développement de batteries de projets du type Zooniverse, moins complexes et moins exigeants en savoirs et savoirs faire astronomiques : ces programmes consistent en l'identification « humaine » de formes sur une image (retrouver un point qui bouge, dire si une galaxie est spirale ou elliptique) pour les projets le type Galaxyzoo ou Zooniverse (fig. 12).

Ces programmes incluent des séquences de découvertes et d'entraînement (assimilables à des tutoriels) et proposent des activités faciles à réaliser même pour des débutants ; en contrepartie, l'implication ne se fait que pour une petite partie de l'analyse (souvent une classification ou repérage) le participant n'étant associé à aucune autre partie de la démarche scientifique sous-tendant le projet.

33. Environ 50 % des candidats en astrophysique au CNRS au début des années 1990.

Avec ce type de programmes simples mais participatifs, la distinction entre apprentissage et pratique du loisir est devenue de plus en plus ténue : découvrir des savoirs-faire est une des modalités essentielle de l'activité.

6 Conclusion

Ainsi, faute de systèmes plus formels de diffusion des savoirs adaptés à la demande que cela soit en termes de volumétrie, de répartition géographique ou de thématique, la communauté des astronomes amateurs a toujours été concernée par les apprentissages informels. Nous voyons d'ailleurs se multiplier de nouvelles pratiques qui engendrent leurs besoins de connaissances, de compréhension, qui vont à leur tour amplifier le besoin de formation en libre service.

Au fur et à mesure de leurs apparitions, tous les nouveaux vecteurs de diffusion ont été saisis et mis au service de ces apprentissages. Cela a été en particulier le cas en ce qui concerne Internet, d'autant que ce réseau est non seulement un véhicule d'information et de connaissances mais aussi un outil privilégié de pratique du loisir en raison des multiples opportunités d'activités astronomiques qu'il apporte : il est à la fois archive de *big data*, outil de traitement, fournisseur de séances d'observations en live et relais de multiples communautés. Aujourd'hui, les curieux d'astronomie se partagent entre des observations des astres avec leurs propres yeux et de multiples activités d'explorations sur écran, qu'il s'agisse tout simplement de chercher une carte du ciel pour préparer sa soirée d'observation, et de découvrir alors un planétarium portable comme « stellarium.org » qui n'a rien à envier des plus sophistiqués des *serious games*, qu'il s'agisse de vouloir trouver l'heure de passage de la station spatiale internationale au-dessus de sa ville et de s'approprier le site d'ephémérides spatiales « heavens-above.com », qu'il s'agisse de chercher une image de la galaxie du sombréro et de se faire aspirer par des sites d'archives comme « *Astronomy picture of the day* » (apod.nasa.gov) ou « *The world at night* » (twanight.org), qu'il s'agisse d'essayer de trouver des informations sur un phénomène céleste et de se retrouver à y assister en live sur le site du « *Virtual telescope* » (virtualtelescope.eu).

En ce sens cette communauté des passionnés d'astronomie de loisir a été et ne cesse d'être pionnière en matière de *e-learning* informel. Il est à parier que les usages vont continuer à transformer, offrant toujours ce lien entre émergence d'un besoin de capacité d'agir et opportunité technologique. Ainsi, grâce à ce mécanisme, de nouveaux usages apprenants toujours qualifiables d'informels vont se mettre en place au fur et à mesure de l'apparition et de la généralisation de nouveaux outils.

Encadré 1
L'inventaire 2014 du paysage du loisir astronomique français
(par Éric Piednoël, Association française d'astronomie)

Un inventaire comme repère d'évolution chaque décennie

L'association française d'astronomie (AFA), organisation nationale de référence dans ce champ, a publié chaque décennie depuis 1994 un inventaires des structures d'animation et lieux de pratique de l'astronomie de loisir (Piednoël *et al.*, 1996, 2006, 2016). Le plus récent de ces trois inventaires, conduit comme les deux autres par l'AFA avec le soutien financier du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, a porté sur les données récoltées en 2015 pour l'année 2014 auprès de 323 structures (comme des clubs, associations, planétariums) parmi les 591 repérées dans les divers fichiers et réseaux nationaux.

Une activité de sensibilisation progressant plus vite que la pratique dans les clubs

D'après ces données 2014, les activités astronomiques de loisir progressent toujours. Elles ont touché 3 012 159 personnes soit une augmentation de 10 % par rapport aux données de 2004. De plus le nombre de personnes averties double en dix ans. Néanmoins, si le volume de public sensibilisé augmente de façon constante sur les trente dernières années, on constate par contre une diminution du nombre de structures d'environ 9,5 % sur la décade et du nombre de personnes néophytes en club entre 2004 et 2014 de près de 26 %. Si en vingt ans, le public de curieux du ciel, participant occasionnellement à des activités de découverte ou de sensibilisation a doublé, la population d'amateurs (avertis et néophytes) pratiquant plus régulièrement en club, soit 32 374 personnes, progresse de seulement de 5 %.

Des changements importants en ce qui concerne la formation et les publications

En fait, aujourd'hui l'initiation ne se fait plus uniquement en club et les primo-accédants à l'activité se forment plus aisément à leur propre initiative, avec une relative autonomie (stages, sites Internet, usage d'instrument à pointage automatique du type Goto) pour ensuite participer à des activités en club afin de pratiquer de façon plus pointue (instruments de plus gros diamètres, compétences, programmes de recherche concertés...). On constate d'ailleurs une augmentation modeste mais constante du nombre d'observatoires avec 179 équipements sur l'hexagone et un changement d'équipements au sein des clubs qui témoigne d'un développement de l'intérêt pour les activités solaires (activités diurnes), la photographie numérique (à plus large spectre d'audience).

L'édition sous forme d'imprimé d'informations à destination des membres de clubs ne représente plus que 10 % de la production éditoriale de ces structures, l'alimentation d'une page Facebook se développe largement (41 % des structures alimentent une page) et dépasse le traditionnel site Internet pour la publication vers les membres. Ainsi, la démocratisation de l'accès à Internet a contribué à modifier la diffusion de l'information au sein des structures. Elles étaient de l'ordre de 70 % à avoir une présence numérique sous forme de site Web (moins de 2 % à usage exclusif des membres) en 2004, leur proportion est passée à 92 % (dont 0.6 % réservé aux seuls membres de la structure). 98 sites ouverts au public totalisent une audience de 3 629 238 internautes annuels, avec des amplitudes de 20 000 à 917 000 visiteurs. Si l'on extrapole les données à l'ensemble des 291 sites Web administrés par des clubs en 2015, leur audience cumulée oscillerait entre 4 et 9 millions d'internautes.

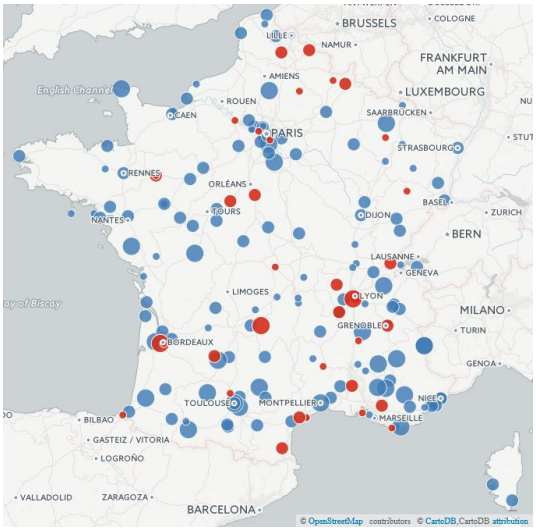


Figure 13 – Carte n°4-2. Localisation de 179 observatoires amateurs inventoriés en 2014 et 2004

.

Encadré 2
Modélisation OHERIC des projets de recherche participatifs

Le sigle [OHERIC] désigne une modélisation de la démarche scientifique fondée sur les étapes suivantes : réalisation d'une Observation, mise en place d'une Hypothèse, réalisation d'une Expérience, Obtention de Résultats, Interprétation des résultats, Conclusion sur la véracité de l'hypothèse. elle se situe dans le cadre des modèles et démarches hypothético-déductives, l'on teste une conséquence déduite de l'hypothèse.

Tableau 7 – La démarche expérimentale : le schéma Oheric

Nom	**Description**
Observation	Analyser une situation et poser des questions
Hypothèse	Formuler une hypothèse : rechercher des relations possibles entre deux grandeurs physiques, formuler le but d'une expérience...
Expérience	Préparer et réaliser une expérience
Résultats	Constater des faits et les consigner
Interpétation	Interpréter les données acquises
Conclusion	Valider l'hypothèse, faire évoluer le modèle sous-jascent

Ce modèle simplifié (il ne prend par exemple pas en compte le questionnement initial ni les allers et retours qui peuvent produire entre les différents phases) a été largement utilisé dans l'enseignement et la médiation des sciences (parfois de manière non explicite par les enseignants qui ont été imprégnés de manière profonde par cette méthode lors de leur formation).

Une application trop positiviste de ce modèle dans la formation des enseignants a été analysée de manière critique par A. Giordan dès 1976. Néanmoins, il constitue un modèle idéaltypique qui peut être appliqué pour la comparaison de pratiques expérimentale de l'astronomie, car il permet de modéliser assez finement des projets collectifs de clubs (Las Vergnas, 2011) fondés sur des investigations hypothético-déductives.

Références bibliographiques

Arago, F. (1854-1857). *L'astronomie populaire*. Paris : Barral : https ://fr.wikisource.org/wiki/Astronomie _populaire_(Arago).

Bury, P. *et al.* (2013). *Astronomie collaborative observationnelle*. Paris : AFA et MESR.

Charvolin, F. *et al.* (2013). *Les passions cognitives. L'objectivité à l'épreuve du sensible*. Paris : Éditions des archives contemporaines.

Flammarion, C. (1880). *L'astronomie populaire*. Paris : Marpon et Flammarion.

Henden, A.-A. (2006). « Pro-Am Collaboration and the AAVSO ». *ASPC*, 349, 165.

Knapen, J.-H. (2010). « Scientific collaborations in astronomy between amateurs and professionals ». *Proceedings of « Stellar Winds in Interaction »*, editors T. Eversberg and J.H. Knapen.

Lalande, J. de (1785). *L'astronomie des dames* : http ://gallica.bnf.fr/ark :/12148/bpt6k1077233.

Las Vergnas, O. (2011). « Pratiques "amateurs" en astronomie et transgression de la catégorisation scolaire entre scientifiques et non-scientifiques ». *Alliage*, 69, octobre, mis en ligne le 17 juillet 2012 : http ://revel.unice.fr/alliage/index.html ?id=3266.

Las Vergnas, O. (2012). « L'institutionnalisation de la culture scientifique, technique et industrielle, un fait social français. Note de synthèse ». *Savoirs*, 27.

Las Vergnas, O. (2016). « De la méditation scientifique aux sciences dans la société, trente ans d'ambiguïtés de l'action culturelle scientifique ». In Serain, F., Vaysse, F., Chazottes P. et Caillet, E. Paris : L'Harmattan, 177-187.

Las Vergnas, O., Piednoël, E. et Gautier, G. (2012). « Loisir aérospatial et astronomique : la saga de l'Association nationale des clubs scientifiques. II. De 1975 à 2000 ». *La revue pour l'histoire du CNRS*, 2011, *Médiation et médiatisation de la science*, 27-28, 48-57. <hal-01185939>

Le Borgne, J.-F. *et al.* (2014). « The historical vanishing of the Blazhko effect of RR Lyr from GEOS and Kepler surveys ». *MNRAS*, 441, 1435-1443.

Leadbeater, R. (2010). « The International Epsilon Aurigae Campaign 2009-2011. A description of the campaign and early results to May 2010 ». *Proceedings of « Stellar Winds in Interaction »*, editors T. Eversberg and J. H. Knapen, 2010.

Moussis, O. *et al.* (2014). *Instrumental Methods for Professional and Amateur Collaborations in Planetary Astronomy*, Accepted for publication in Experimental Astronomy, 2014.

Piednoël E. *et al.* (1996). *Inventaires du paysage astronomique : enquête 1994*. Paris : ANSTJ et MESR.

Piednoël E. *et al.* (2006). *Inventaires du paysage astronomique : enquête 2004*. Paris : AFA et MESR.

Piednoël E. *et al.* (2016). *Inventaires du paysage astronomique : enquête 2015*. Paris : AFA et MESR.

Université de Lausanne, MOOCs : http ://mooc-francophone.com/cours/mooc-introduction-astrophysique/

Adresses des sites mentionnés

Cazard, J.-P. : http ://www.astrosurf.com.

GalaxyZoo : http ://www.galaxyzoo.org/ ?lang=fr.

Club Éclipse : http ://www.astrosurf.com/club_eclipse/associatif/amateurs-pros/ampro.html.

Collectif : http ://www.insee.fr/fr/themes/document.asp ?ref_id=ip1452.

Collectif : http ://www.facebook.com.

Collectif : http ://www.spectro-aras.com/forum/