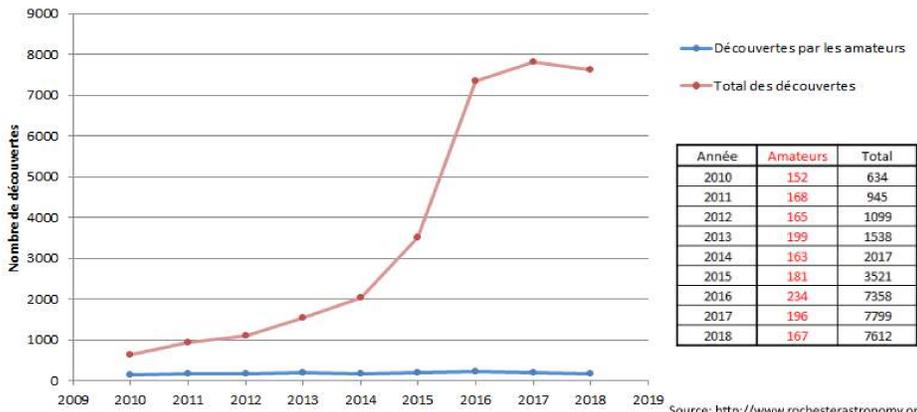


Lorsqu'en 1885 une nouvelle étoile apparaît dans la grande nébuleuse d'Andromède, celle-ci est nommée « Nova », comme tout ce qui apparaissait soudainement dans le ciel. D'abord un tous les 5 ans, puis 1 tous les ans, puis 10 par an, leur nombre ne fit qu'augmenter en même temps que les capacités d'observation des chercheurs. Nommées finalement « super-novae » une fois que l'on sut à quelle distance se trouvaient les galaxies, ces objets intéressèrent aussi les amateurs qui partirent eux aussi à la « chasse aux explosions ». Mais ce qui semblait n'être finalement qu'un seul type de phénomène (une étoile qui explose, devient très lumineuse, puis faiblit) se révèle en fait être un patchwork de phénomènes transitoires. Et on ne sait jamais, quand paraît la nouvelle étoile, ce qui se cache derrière cet excès de lumière. Avec désormais près de 8000 nouveaux objets découverts chaque année, il est difficile de les suivre tous en détails. Les astronomes amateurs, par leur nombre et la qualité de leurs observations, peuvent aider à combler des trous dans le suivi de ces objets transitoires par les astronomes professionnels.

## Découvertes de novae/supernovae par année



Malgré une explosion du nombre de découvertes ces dernières années, la part de découvertes réalisées par les amateurs s'en est trouvée peu affectée. Les surveys DES, PTF, CRTS, PS1, Gaia, ZTF, ... trouvent toujours davantage d'objets dans des galaxies très faibles, mais la concurrence des amateurs reste forte quand on évoque les galaxies proches et brillantes :

- SN2011dh dans M51 → découverte amateur (T. Reiland; T. Griga; A. Riou; S. Bailey)
- SN 2014J dans M82 → découverte amateur (S. Fossey)
- SN2015F dans NGC2442 → découverte amateur (B. Monard)
- SN2016adj dans Centaurus A → découverte amateur (P. Marples, G. Bock)
- SN2017eaw dans NGC 6946 → découverte amateur (P. Wiggins)
- SN2019np dans NGC 3525 → découverte amateur (K. Itagaki)

Année	Sur les 10 plus brillantes de l'année, part des découvertes amateurs
2010	5
2011	7
2012	4
2013	4
2014	7
2015	3
2016	3
2017	4
2018	4

Les objets les plus lumineux sont généralement les plus proches et donc les plus faciles à étudier. Des publications scientifiques sortiront plus facilement pour ces objets-là.

Les astronomes amateurs sont capables de générer, par leurs observations, des courbes de lumière dans plusieurs longueurs d'ondes, comme ci-dessous pour la supernova SN2015ar (découverte amateur par E. Conseil & G. Arlic) qui fut suivie par le groupe SNAude pendant 50 jours avec 8 filtres différents.



Supernovae et novae extragalactiques sont deux types de phénomènes transitoires que l'on peut observer dans les galaxies. Ce sont les plus connus, mais pas les seuls. Dans leur recherche comme pour leur suivi dans le temps, les besoins matériels, techniques et logiciels sont identiques, bien que les phénomènes physiques à l'œuvre soient très différents. De tous temps, les astronomes amateurs se sont prêtés au jeu de la chasse aux supernovae, avec de nombreux succès. Avec l'avènement des programmes automatiques de surveillance du ciel, on aurait pu croire que les amateurs n'auraient plus rien à se mettre sous la dent. Mais au contraire, ils gardent toujours un rôle important.

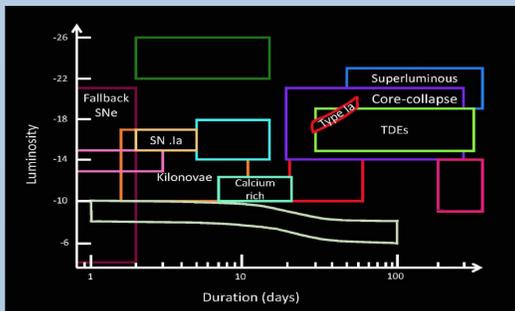
Mais derrière tous ces points lumineux qui apparaissent dans les galaxies peuvent se cacher en fait une multitude de phénomènes différents :

**SUPERNOVAE** : Le terme supernovae regroupe un certain nombre de phénomènes liés à la mort de certains types d'étoiles :

- Les supernovae thermonucléaires (Type Ia) se produisent lorsqu'une naine blanche voit sa masse augmenter et atteindre la limite de 1.44 masses solaires (limite de Chandrasekhar). L'apport de matière peut se faire via accrétion de la matière d'une étoile voisine ou par collision. La naine blanche explose alors et c'est ce déferlement de photons que l'on observe. Ces supernovae explosant toutes à peu près avec la même luminosité, elles peuvent servir de marqueur de distances pour les galaxies lointaines. On les appelle alors « chandelles cosmiques ».
- Les supernovae à effondrement de cœur (Tous les autres types) se produisent lorsque qu'une étoile massive (> 8 masses solaires) arrive en fin de vie et que son cœur s'effondre sur lui-même sous l'effet de sa propre gravité. En fonction de l'abondance de tel ou tel élément dans son spectre, d'interactions avec un compagnon ou de la forme de la courbe de lumière, on rangera les supernovae dans plusieurs types (Ib, Ic, II, Iib, IIP, IIL, IIP, ...)

**NOVAE EXTRAGALACTIQUES** : Ces phénomènes ne signent pas la mort d'une étoile. Ce sont de simples novae, comme on en observe régulièrement dans la Voie Lactée. Mais parce que ces phénomènes sont suffisamment lumineux, on peut les observer également dans les galaxies proches (SMC, LMC, M31, M33, M81, ...). On en dénombre une quarantaine par an dans M31, 1 ou 2 par an dans les nuages de Magellan ou M33, et une vingtaine dans M81.

**AUTRES PHENOMENES** : En fonction du pic de luminosité de l'objet ou de la forme de sa courbe de lumière, on peut se retrouver devant plein de choses exotiques qui ne rentrent pas dans les cases citées précédemment. On y trouvera, en vrac, des supernovae superlumineuses, des TDE (Tidal Disruption Events), ou des kilonovae. Un fameux exemple de kilonova fut l'objet AT2017gfo, associé à la détection d'ondes gravitationnelles GW170817, et qui résultait de la fusion de deux étoiles à neutrons.



L'Union Astronomique Internationale (UAI) met à disposition de tous (amateurs et professionnels) un site pour la collecte des découvertes et le suivi des supernovae : le Transient Name Server (TNS) : <https://wis-tns.weizmann.ac.il/> Toutefois, certains surveys (aujourd'hui très minoritaires) ne passent pas par le TNS. La liste n'y est donc pas complète. L'UAI est responsable du nommage officiel des supernovae. A la soumission de l'objet, il prend une dénomination de la forme AT + année + suite de lettres liée au rang de la découverte dans l'année (Exemple : AT2019abc). Puis quand l'objet est une supernova avérée, le préfixe « AT » est remplacé par « SN » (Exemple : SN 2019abc)



Les objets qui sont déposés sur le TNS mais qui s'avèrent ne pas être des supernovae conservent leur nom initial.

Un seul site internet regroupe l'ensemble des découvertes de supernovae, novae extragalactiques et autres explosions découvertes par les amateurs et les professionnels, ainsi que les images des amateurs qui font du suivi photométrique : <http://www.rochesterastromy.org/>  
 - plus spécifiquement pour les supernovae : <http://www.rochesterastromy.org/supernova.html>  
 - pour les novae extragalactiques uniquement : <https://www.rochesterastromy.org/novae.html>

## TECHNIQUE DE RECHERCHE

La recherche de ces objets transitoires est accessible à toutes et tous, pourvu que l'on ait la curiosité et le temps d'examiner chacune de ses images. La technique est la même dans tous les cas : comparer les images que l'on a réalisées avec des images de référence. De nombreuses banques d'images sont publiques pour faire cette comparaison (DSS, SDSS, PanStarrs). De nombreux pièges doivent être évités lorsqu'on pense avoir trouvé quelque chose (artefacts, astéroïdes, étoiles variables connues, supernovae connues, satellites, ...) avant d'en faire l'annonce sur le TNS. Le TNS permet la publication de découvertes par les amateurs. Deux techniques pour repérer une différence entre 2 images : la soustraction ou le blink.

## MATERIEL

Si on souhaite partir à la chasse aux supernovae ou novae extragalactiques en ayant une chance de passer avant les programmes de surveillance professionnels, il faut aller titiller la magnitude 18 avec son instrument et sa caméra. Si on peut faire mieux, ça n'en sera que plus bénéfique.

La découverte de ces objets se fait généralement lorsqu'ils sont entre la 16ème et la 18ème magnitude. Il peut arriver que les programmes pros passent à travers (Exemple SN2014J découverte à magnitude 10.5), mais c'est plutôt rare de nos jours.

Donc n'importe quelle combinaison télescope/caméra/filtre permettant d'atteindre ces magnitudes fera l'affaire.

Le suivi de la luminosité d'un objet peut se faire avec des instruments moins performants, dans la mesure où généralement ces objets voient leur éclat augmenter après leur découverte. Les gammes de magnitude à atteindre sont plus aisées pour la plupart des astronomes amateurs. Ci-contre un tableau récapitulatif pour chaque année, le nombre de supernovae par tranche de magnitude. On ne sait déjà plus où donner de la tête, rien qu'avec les objets plus brillants que la magnitude 16.

	mag < 13	13 < mag < 16	16 < mag < 18
2010	2	47	231
2011	7	71	293
2012	4	80	321
2013	6	88	338
2014	2	87	390
2015	1	98	475
2016	0	74	782
2017	3	110	1077
2018	3	81	1095

De préférence une caméra CCD avec filtres photométriques (U, B, V, R, I) pour les mesures de luminosité, ou sans filtre. Pour les objets les plus brillants, les APN donnent des résultats satisfaisants également.

## TYPES DE COLLABORATIONS AMATEURS-PROS

Il est difficile d'anticiper les besoins en collaboration dans la mesure où l'on ne sait jamais où explosera la prochaine étoile, ni si l'objet en question intéressera telle ou telle équipe de chercheurs. Les alliances se créent plutôt après la découverte de l'objet.

Lorsqu'on choisit de mettre à disposition ses images sur le site « [rochesterastromy.org](http://rochesterastromy.org) », elles peuvent être vues par des pros. Il arrive donc que les pros envoient un message aux amateurs afin de leur proposer une collaboration en utilisant leurs images pour leur étude. Exemple de message ci-contre :

Leonardo Tartaglia <leonardo.tartaglia@...>  
 À moi  
 Dear Emmanuel,  
 I am a postdoc at the Stockholm University and I am working on a paper about a Type II supernova discovered a few years ago (January 2015): PSN J13522411+3941286 in NGC 5337.  
 I have seen on Bright Supernova that you have taken at least one image of the galaxy and I was wondering if you would like to join this study providing your fits file of the field, along with basic information about the instruments used.  
 I would be particularly interested in early data (i.e. between 20150107 and 20150125).

Un survey comme ASAS-SN (<http://www.astronomy.ohio-state.edu/~assassin/index.shtml>) fait la part belle à la collaboration avec les amateurs. Les télescopes qui font les découvertes sont des petits diamètres (14cm). Les amateurs sont alertés par email quand des supernovae candidates sont détectées, et réalisent des images de confirmation pour déterminer si l'objet est réel ou pas. Contact : Kris Stanek ([stanek.32@osu.edu](mailto:stanek.32@osu.edu))  
 Les amateurs font partie de l'équipe, et sont inclus dans les publications. (en jaune ci-contre)

## The ASAS-SN Bright Supernova Catalog – IV. 2017

- T. W.-S. Holoien<sup>1</sup>, J. S. Brown<sup>2,3</sup>, P. J. Vallely<sup>2</sup>, K. Z. Stanek<sup>2,4</sup>, C. S. Kochanek<sup>2,4</sup>, B. J. Shappee<sup>5</sup>, J. L. Prieto<sup>6,7</sup>, Subo Dong<sup>8</sup>, J. Brimacombe<sup>9</sup>, D. W. Bishop<sup>10</sup>, S. Bose<sup>8</sup>, J. F. Beacom<sup>2,4,11</sup>, D. Bersier<sup>12</sup>, Ping Chen<sup>8</sup>, L. Chomiuk<sup>13</sup>, E. Falco<sup>14</sup>, T. Jayasinghe<sup>2</sup>, N. Morrell<sup>15</sup>, G. Pojmanski<sup>16</sup>, J. V. Shields<sup>2</sup>, J. Strader<sup>13</sup>, M. D. Stritzinger<sup>17</sup>, Todd A. Thompson<sup>2,4</sup>, P. R. Woźniak<sup>18</sup>, P. Casella<sup>19</sup>, J. G. Carballo<sup>20</sup>, E. Connel<sup>21</sup>, I. Cruz<sup>22</sup>, R. G. Farfán<sup>23</sup>, J. M. Fernández<sup>24</sup>, S. Kiyota<sup>25</sup>, R. A. Koff<sup>26</sup>, G. Kraničič<sup>27</sup>, P. Marples<sup>28</sup>, G. Masi<sup>29</sup>, L. A. G. Monard<sup>30</sup>, B. Nicholls<sup>31</sup>, R. S. Post<sup>32</sup>, G. Stone<sup>33</sup>, D. L. Trappett<sup>34</sup>, and W. S. Wiethoff<sup>35</sup>
- <sup>1</sup> The Observatories of the Carnegie Institution for Science, 813 Santa Barbara Street, Pasadena, CA 91101, USA  
<sup>2</sup> Department of Astronomy, The Ohio State University, 140 West 18th Avenue, Columbus, OH 43210, USA  
<sup>3</sup> Department of Astronomy and Astrophysics, University of California, Santa Cruz, CA 95064, USA  
<sup>4</sup> Center for Cosmology and AstroParticle Physics (CCAPP), The Ohio State University, 191 W. Woodruff Ave., Columbus, OH 43210, USA

## QUELQUES LIENS UTILES

### Se tenir informé(e)

Le portail de l'UAI (TNS) : <http://wis-tns.weizmann.ac.il/>  
 La liste des supernovae actives : <http://www.rochesterastromy.org/supernova.html>  
 La liste des novae extragalactiques actives : <http://www.rochesterastromy.org/novae.html>  
 The astronomer's Telegram : <http://www.astronomerstelegram.org/>

### Banques d'images

Wikisky : <http://server1.wikisky.org/v2>  
 Images du survey PanSTARRS-1 : <http://plpsipp1v.stsci.edu/cgi-bin/ps1cutouts>  
 SDSS : <http://skyserver.sdss.org/dr9/en/tools/chart/navi.asp>

### Chercher des objets connus par leurs coordonnées

SIMBAD : <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-fcoo>  
 Un astéroïde connu : <https://www.minorplanetcenter.net/cgi-bin/checkmp.cgi>