

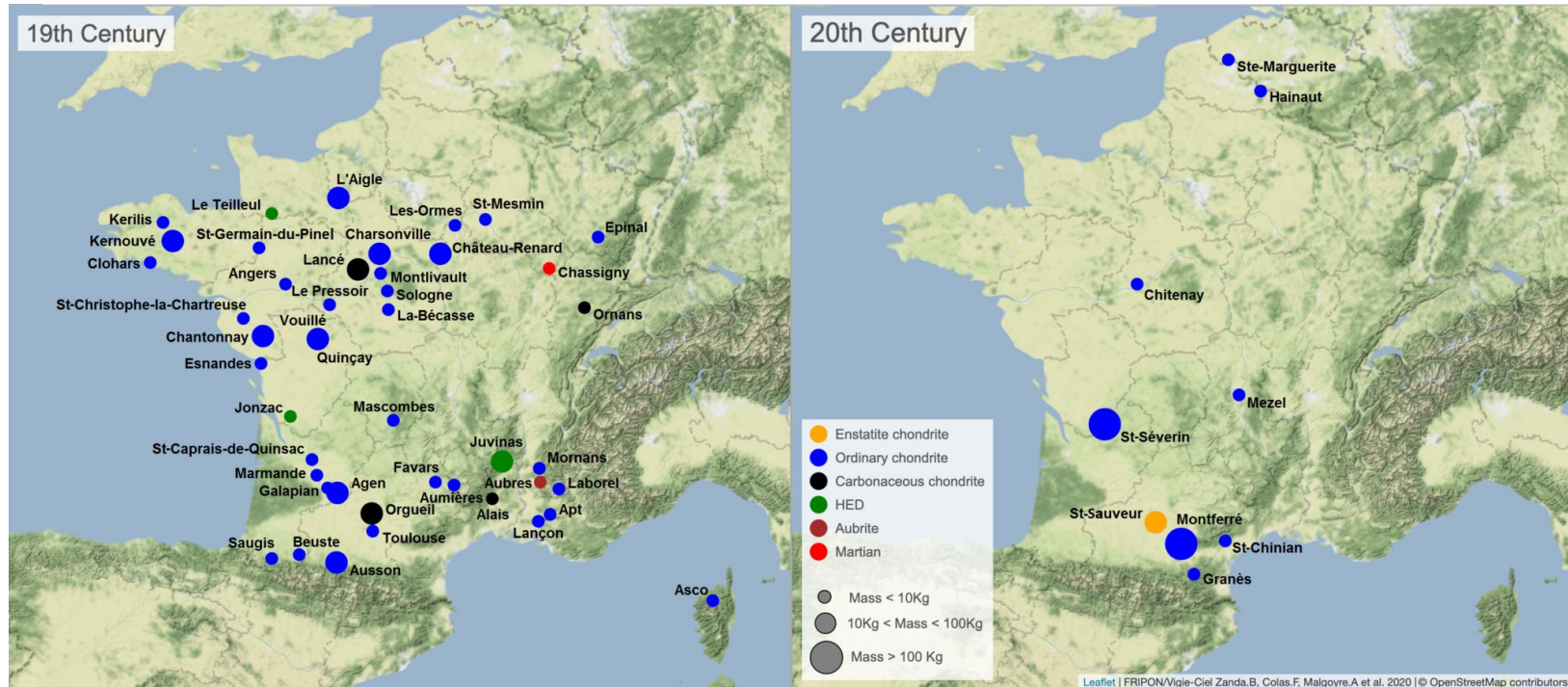
Le réseau de surveillance des météores FRIPON

Vincent Boudon / Philippe Rousselot



Contexte

- Les astéroïdes constituent une précieuse source de renseignements sur l'**origine du système solaire**.
- Les fragments d'astéroïdes qui tombent sur Terre, **les météorites, sont une mine d'or scientifique « gratuite »** pour mieux comprendre la formation du système solaire car ils peuvent être analysés en détail dans un laboratoire.
- Le changement de mode de vie depuis le XIX^{ème} siècle rend difficile l'observation de la chute des météorites et donc leur collecte au sol.



Objectifs du projet FRIPON

Les deux objectifs principaux du projet FRIPON, associé à Vigie-Ciel, sont :

- **La détection des bolides qui rentrent dans l'atmosphère** et le calcul de leur trajectoire et de leur **orbite initiale** dans le système solaire ;
- **La détection des chutes de météorites et la prédiction de leur point de chute**, pour partir à leur recherche.

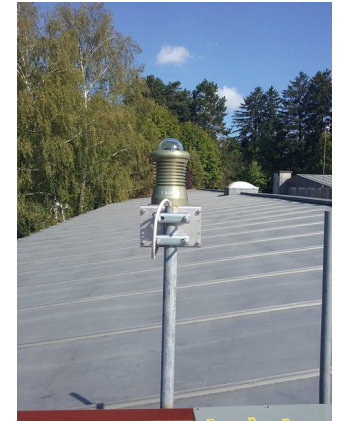
Ceci permet également :

- Une analyse statistique de l'origine des bolides et éventuellement de leur corps parent
- Une estimation statistique du flux de particules interplanétaire
- Une analyse détaillée de la composition des météorites collectées

La méthode utilisée est une couverture de toute la France par un **réseau de caméras « all sky »** fonctionnant jour et nuit, connectées en réseau et permettant une **triangulation** des trajectoires des météores observés.

Les statistiques approximatives sont :

- une quinzaine de chutes de météorites / an en France.
- une « chasse » à la météorite tous les 4-5 ans par région



Historique du projet FRIPON

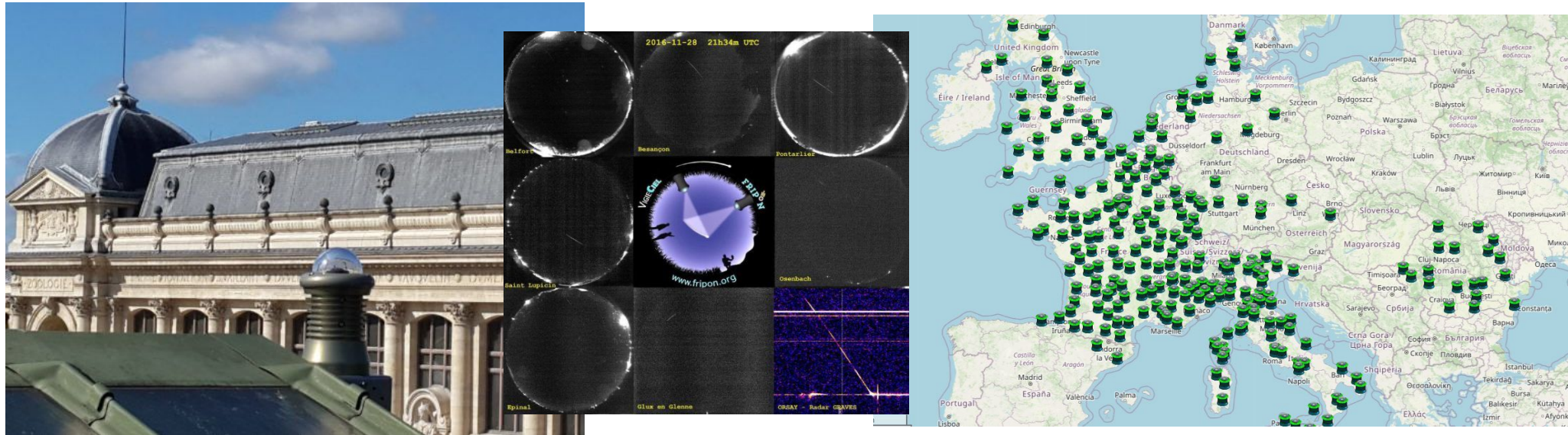
→ Fireball Recovery and InterPlanetary Observation Network

→ Né en 2013 de l'expertise de l'Observatoire de Paris, du MNHN, de l'Université Paris-Sud et d'Aix-Marseille Université

→ Financement initial par l'ANR

→ Plus de 100 caméras en France + réseaux européens partenaires (PRISMA, ...)

→ Logiciel **FreeTure** spécialement développé et installé sur chaque caméra (analyses des événements)

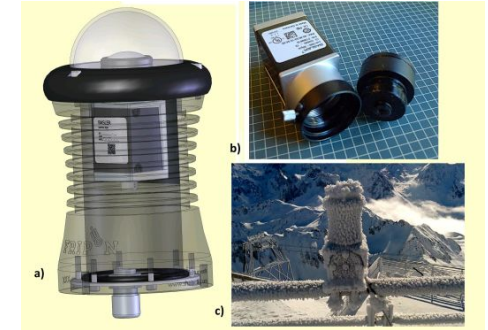


Fonctionnement du réseau : matériel utilisé

→ **Suivi permanent du ciel** (jour et nuit) avec des caméras « all sky » (ou fish-eye, couvrant toute la sphère céleste).

→ Caméras identiques :

- 1296x964 pixels de $3,75 \times 3,75 \mu\text{m}$
- focale = 1,25 mm et $F/D=2$
- 1 pixel correspond à 10' sur le ciel
- Astrométrie précise à 1' (soit 30 m à 100 km).
- Incertitude de l'ordre de 20 m sur la position et $0,1 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ pour la vitesse



→ **Déclenchement automatique d'un enregistrement vidéo si phénomène lumineux** (et stockage sur PC local), puis **envoi d'un signal sur un serveur** (Marseille). Si autre détection à ± 3 s et moins de 190 km, alors classé comme « détection multiple ».

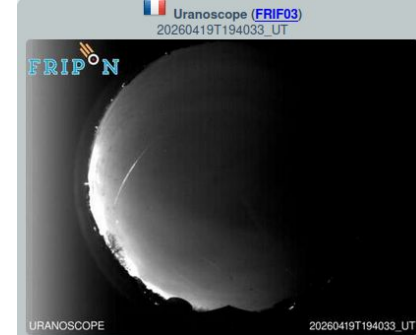
→ vidéos enregistrés avec 30 images / s (mouvement de l'ordre de $20^\circ/\text{s}$, donnant environ 4 pixels d'élongation / image)

→ Images d'étalonnage de 5 s toutes les 10 mn (pour avoir des étoiles)

Fonctionnement du réseau : base de données

→ Base de données ouverte permettant de retrouver toutes les détections (simples ou multiples) : https://fireball.fripon.org/list_multiple.php

→ Pratique pour vérifier des témoignages !!



Showing 1 to 50 of 12,436 entries

Previous 1 2 3 4 5 ... 249 Next

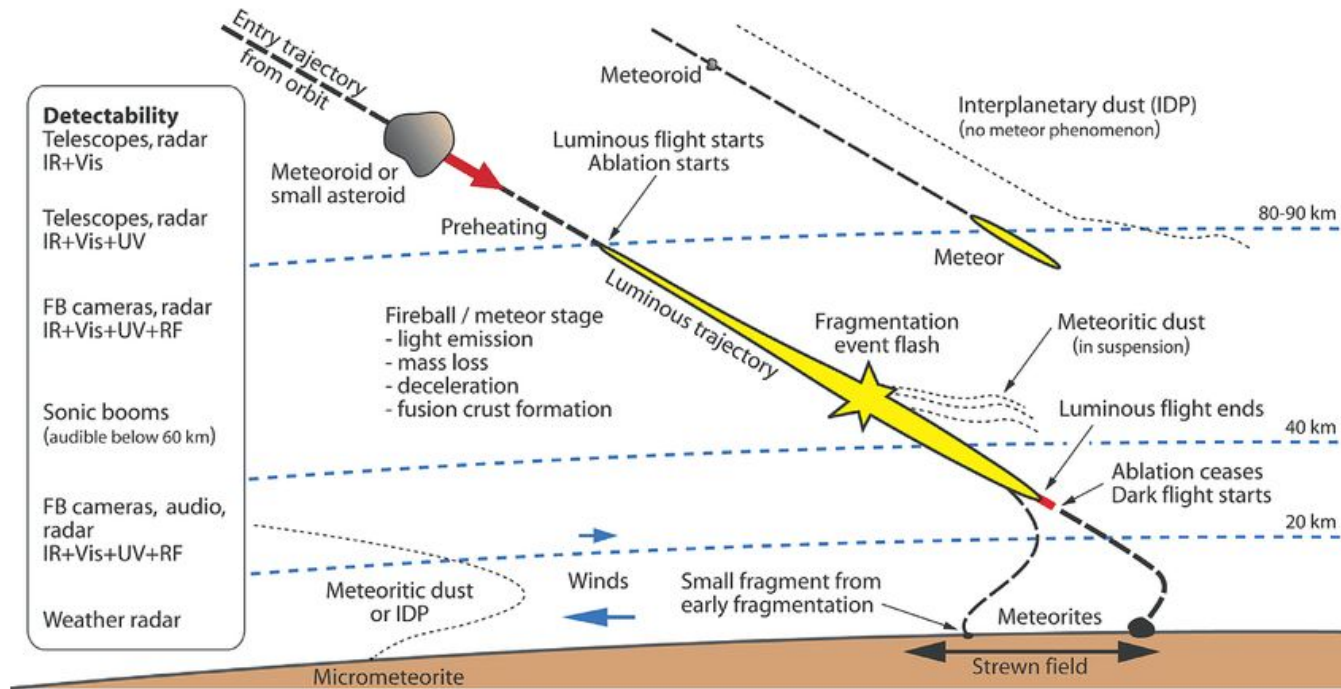
ID	Event date	Count	Status	Radio head echo	Radio tail echo	Station involved
<input type="text" value="Type to filter"/>	<input type="text" value="From"/> <input type="text" value="To"/>	<input type="text" value="Type to filter"/>	<input type="text" value="Select value"/>	<input type="text" value="Select value"/>	<input type="text" value="Select value"/>	<input type="text" value="Type to filter"/>
26825	2026-04-20 02:26:34	2	Pending	Pending	Pending	ITER01-Loiano ITUM01-Perugia
26824	2026-04-20 01:41:38	2	Pending	Pending	Pending	FRRE01-Maido FRRE02-LesMakes
26823	2026-04-19 23:34:54	2	Confirmed	Pending	Pending	ITTA01-Trento ITTA02-Rovereto
26821	2026-04-19 19:40:33	14	Confirmed	Pending	Pending	FRIF03-Uranoscope FRCE04-Pierres FRCE03-Tauxigny FRCA01-Reims FRNP02-CappellelaGrande FRCA03-Charleville FRPL01-Nantes FRNO05-Rouen FRPL03-Angers FRCE02-Nancy FRPI01-Amiens FRBR02-Rennes FRCE07-StDenisDeJouhet FRBO07-MigennesBis
26818	2026-04-19 01:36:46	3	Confirmed	Pending	Pending	FRCE03-Tauxigny FRPL01-Nantes FRPL03-Angers

Copyright © 2026 All rights reserved. Data collected, processed and displayed by FRIPON Team with the support of the OSU Pythéas IT service. Please [contact FRIPON Team](#) for any use.

Fonctionnement du réseau : calcul de l'orbite et du point de chute

→ Calcul de l'orbite par triangulation

→ Estimation du point de chute : problème plus compliqué à cause du « **dark flight** »... il faut tenir compte en particulier des vents dans la zone de chute.



The "dark flight" is the last step of a meteoroid entering the atmosphere before it reaches the ground and becomes a meteorite. During this stage, it's not visible, and its trajectory is difficult to determine, as it's highly dependent on the local meteorological conditions. Credit: [Maria Gritsevich](#)

CÔTE-D'OR SCIENCES

Des caméras pour que les météorites ne leur filent par entre les mains

Qui n'a jamais eu envie de toucher une météorite ? Ce désir pourrait se réaliser grâce à un programme de détection de météorites développé en France.

Depuis début 2016, le ciel de Côte-d'Or, de Bourgogne et même de la France entière est scruté au peigne fin par un réseau de caméras. Leur mission ? Détecter la moindre trace de météorite. « C'est une première mondiale. Peu de pays ont mis en place un réseau aussi vaste », souligne Vincent Boudon, directeur de recherche au CNRS (centre national de la recherche scientifique) de Dijon et président de la Société astronomique de Bourgogne. Il est également le référent, au niveau de la Bourgogne, de l'installation de ce réseau de caméras, un dispositif appelé Fripon.

Ce projet a été initié par l'Observatoire de Paris et le Muséum national d'histoire naturelle. « Contrairement au XIX^e siècle, on récupère assez peu de météorites et ce, pour plein de raisons. Les gens passent moins de temps à observer le ciel et il y a davantage de pollution lumineuse », développe Vincent Boudon. Et, pour pallier ce manque d'observation, il a été décidé de mettre en place un maillage de caméras chargées d'une surveillance automatique du ciel.

Depuis le 5 avril, deux météorites ont été détectées à Dijon

En tout, 101 caméras ont été disposées en France. « Tous les cent kilomètres environ », précise Cyril Richard, ingénieur de recherche au CNRS. En Bourgogne, cinq d'entre elles ont été disposées à différents



■ Cyril Richard, ingénieur de recherche au CNRS de Dijon, et Vincent Boudon, directeur de recherche au CNRS, devant la caméra, sur le toit de la faculté. Photo Stéphane RAK

« Contrairement au XIX^e siècle, on récupère assez peu de météorites et ce, pour plein de raisons. Les gens passent moins de temps à observer le ciel et il y a davantage de pollution lumineuse. »

Vincent Boudon, directeur de recherche au CNRS de Dijon

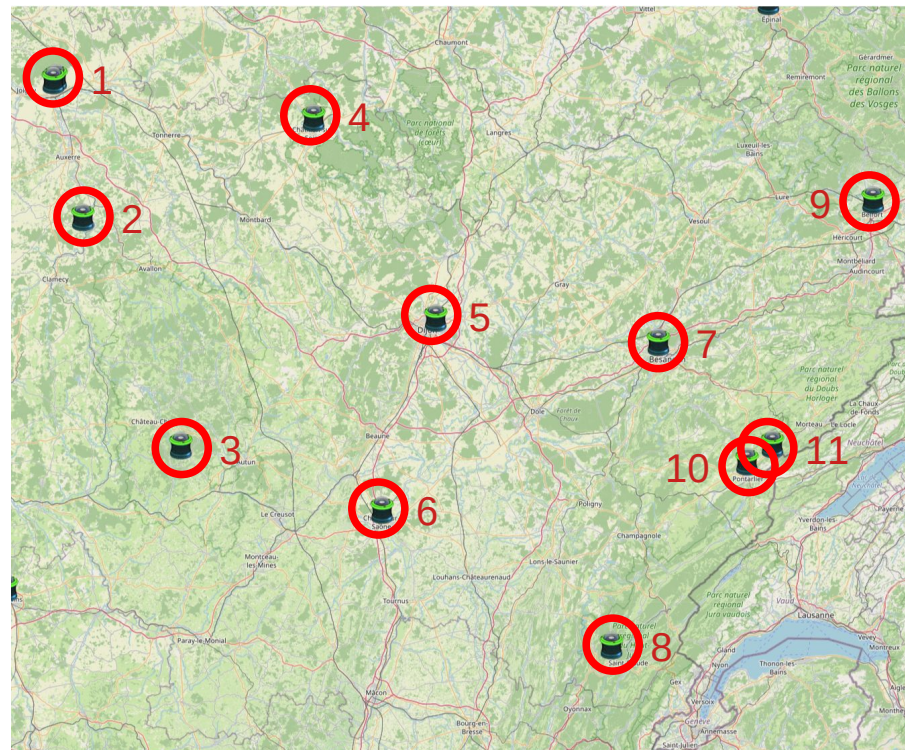
endroits : à la faculté de Dijon, au musée du Pays châtillonnais, à l'UT de Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire), à la mairie de Migennes (Yonne) et au centre de recherche archéologique de Glux-en-Glenne (dans la Nièvre, non loin du mont Beuvray). « Et, en Franche-Comté, il y en a quatre autres », ajoute Vincent Boudon. Tous les jours, en

France, des traces de météorites sont repérées. « À Dijon, nous avons eu deux détections depuis le 5 avril », indique Cyril Richard. Ces caméras sont équipées d'un logiciel permettant de remonter la trajectoire de la météorite. Cela signifie qu'il est possible de savoir d'où elle vient mais également où elle a pu s'écraser dans un rayon de

2 Un maillage de 101 caméras de surveillance de météorites a été mis en place en France. Cinq d'entre elles ont été disposées en Bourgogne, dont deux en Côte-d'Or.

quelques kilomètres. En effet, l'objectif, à moyen terme, est de mettre la main sur ces précieux "cailloux". C'est pour cette raison qu'un second programme, Vigie-Ciel, a été mis sur pied. Il est piloté par la Société astronomique de Bourgogne. « L'idée est d'avoir des équipes capables d'aller sur le terrain pour chercher les météorites au sol », détaille Vincent Boudon. Une première journée de formation se tiendra le 19 mai, à la mairie annexe des Bourroches, à Dijon. « C'est un exemple de science participative. Ces personnes seront bénévoles et sauront différencier une météorite d'un simple caillou. » Car trouver une météorite dans le désert, c'est une chose, mais en trouver une dans nos régions, en pleine forêt, c'est une autre paire de manches. Elles sont recouvertes d'une fine croûte de fusion cramée. À l'intérieur, elles contiennent, pour la majorité d'entre elles, du métal assez lourd, assez dense. Dénicher ces pierres prisées des scientifiques représente un réel intérêt pour la recherche. « Cela permet de remonter aux origines de la formation du système solaire. Nous avons des scénarios, mais l'étude des météorites permet de les confirmer ou de les infirmer. » Avis aux amateurs, passionnés d'astronomie, prêts à s'investir pour, peut-être, décrocher la lune.

Anne-Lise BERTIN



1. Migennes
2. Mailly-le-Château
3. Glux-en-Glenne
4. Châtillon-sur-Seine
5. Dijon
6. Chalon-sur-Saône

7. Besançon
8. Saint-Lupicin
9. Belfort
10. Pontarlier
11. La Perdrix

<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202038649>
© F. Colas et al. 2020

**Astronomy
& Astrophysics**

FRIPON: a worldwide network to track incoming meteoroids

F. Colas^{1,9,*}, B. Zanda^{2,1,9,*}, S. Bouley^{3,1,9}, S. Jeanne^{1,9}, A. Malygoyre^{7,9}, M. Birlan^{1,9,*}, C. Blanpain^{7,9}, J. Gattacceca^{5,9}, L. Jorda^{4,9}, J. Lecubin^{7,9}, C. Marmo¹, J. L. Rault^{1,9,32}, J. Vaubaillon^{1,9}, P. Vernazza^{4,9}, C. Yohia^{7,9}, D. Gardiol¹⁰, A. Nedelcu^{156,37}, B. Poppe^{18,40}, J. Rowe⁴⁵, M. Forcier^{16,17}, D. Koschny^{35,51,199}, J. M. Trigo-Rodríguez^{34,230,231}, H. Lamy^{33,136}, R. Behrend^{65,41}, L. L. Ferrière^{32,143}, D. Barghini^{10,11}, A. Buzzoni¹², A. Carbognani¹², M. Di Carlo³⁹, M. Di Martino¹⁰, C. Knapic¹³, E. Londero¹³, G. Pratesi^{14,22}, S. Rasetti¹⁰, W. Riva¹⁵, G. M. Stürpe¹², G. B. Valsecchi^{22,23}, C. A. Volpicelli¹⁰, S. Zorba¹³, D. Coward^{270,271}, E. Drolshagen^{18,40}, G. Drolshagen^{18,40}, O. Hernandez^{16,17}, E. Jehin^{33,133}, M. Jobin^{16,17}, A. King^{190,45,46}, C. Nitschelm^{31,155}, T. Ott^{18,40}, A. Sanchez-Lavega^{19,20}, A. Toni^{18,51}, P. Abraham⁵³, F. Affaticati¹⁸⁶, M. Albani¹⁸⁶, A. Andreis¹⁸⁷, T. Andrieu²¹⁸, S. Anghel^{37,73,156}, E. Antaluca²⁴, K. Antier^{9,44,52}, T. Appéré³⁵, A. Armand¹¹⁶, G. Ascione¹⁸, Y. Audureau¹, G. Auxepeales⁵⁶, T. Avocan¹⁹⁷, D. Baba Aissa^{59,205}, P. Bacci²⁴⁴, O. Bădescu^{37,156}, R. Baldini²⁴⁵, R. Baldy⁵⁷, A. Balestrero¹⁵, D. Baratoux⁵⁸, E. Barbotin²⁶⁴, M. Bardy⁶⁰, S. Basso³⁰, O. Bautista⁶¹, L. D. Bayle⁶², P. Beck^{63,64}, R. Bellitto²⁵², R. Belluso²⁷, C. Benna¹⁰, M. Benammi^{66,67}, E. Benetate⁴⁴, Z. Benkhaldoun^{38,68}, P. Bergamini⁶⁹, F. Bernardi²⁴⁶, M. E. Bertaina¹¹, P. Bessin¹⁵³, L. Betti²³³, F. Bettonvil^{30,35}, D. Bihel⁷⁰, C. Birnbaum^{9,43}, O. Blagoi^{156,37}, E. Blouri^{9,213}, I. Boacă^{156,37}, R. Boata^{210,37}, B. Bobiet¹, R. Bonino¹¹, K. Boros²³⁴, E. Bouchet^{195,41}, V. Borgeau¹³⁰, E. Bouchez⁷², D. Boust¹⁴, V. Boudou⁷⁵, T. Bouman⁷⁶, P. Bourget^{77,31}, S. Brandenburg^{49,35}, Ph. Bramond⁷⁸, E. Braun⁷⁹, A. Bussi¹⁹⁷, P. Cacaui⁸⁰, B. Caillier⁸¹, A. Calegari^{136,33}, J. Camargo^{82,39}, S. Caminade⁸, A. P. C. Campana⁸³, P. Campbell-Burns¹⁵, R. Canal-Domingo^{167,34}, O. Carell¹⁰, S. Carreau⁸⁴, E. Cascone³⁶, C. Cattaneo²⁴⁷, P. Cahape¹²⁸, P. Cavier⁸⁵, S. Celestin⁸⁶, A. Cellino¹⁰, M. Champenois⁸⁸, H. Chennoufi Aoudjehane^{91,68}, S. Chevrier⁸⁶, P. Cholvy¹³⁸, L. Chomier⁵⁹, A. Christou^{90,45}, D. Cricchio²³⁷, P. Coadou¹⁰², J. Y. Coeign^{94,222}, F. Cochard⁹², S. Cointin⁹³, E. Colombi²³⁵, J. P. Colque Saavedra^{155,31}, L. Corp⁹⁵, M. Costa¹⁵, F. Costard³, M. Cottier^{195,41}, P. Courvoisier^{16,17}, E. Coustal⁹⁷, G. Cremonese²⁴, O. Cristea^{37,209}, J. C. Cuzon⁷¹, G. D'Agostino¹⁵⁷, K. Daifallah^{205,59}, C. Dănescu^{156,185,37}, A. Dardon⁹⁸, T. Dasse^{9,43}, C. Davadan⁹⁹, V. Deb^{100,9}, J. P. Defaix¹⁰¹, F. Deleflie^{1,9}, M. D'Elia²³⁸, P. De Luca¹⁰³, P. De Maria¹⁸⁷, P. Deverhère¹⁸⁹, H. Devillepoix²⁶⁹, A. Dias^{7,9}, A. Di Dato²³⁶, R. Di Luca¹², F. M. Dominic²¹⁴, A. Drouard^{4,9}, J. L. Dumont¹⁰³, P. Dupuy¹⁰⁴, L. Duvignac¹⁰⁵, A. Egal^{106,196,1}, N. Erasmus²⁶⁵, N. Esseiva¹⁰⁷, A. Ebel¹⁰⁸, B. Eisengartner^{40,200}, F. Federici²⁴⁸, S. Feral²¹⁸, G. Ferrant¹⁰⁹, E. Ferreo¹¹⁰, P. Fintzer^{100,9}, A. Foucault⁷⁹, P. Francoi^{14,223}, M. Frinca^{183,184,37}, J. L. Frogier⁸⁰, F. Gaborit¹¹⁵, V. Gagliarducci²³⁹, J. Galard¹¹⁶, A. Gardavoult¹³², M. Garnier¹¹⁷, M. Garunng⁸⁶, B. Gautier¹¹⁸, B. Gendre^{270,271}, D. Gerard²¹⁷, A. Gerardi²³⁹, J. P. Godet²²⁹, A. Grandchamps^{16,17}, B. Grouiez¹¹⁹, S. Groult¹²¹, D. Guidetti²⁵, G. Giuli²⁴⁹, Y. Hello^{124,125}, X. Henry¹²⁶, G. Herbretau¹²⁷, M. Herpin¹²⁸, P. Hewins^{1,9}, J. J. Hillier¹³⁰, J. Horak¹⁹², R. Hueso^{19,20,34}, E. Huet⁹⁸, S. Huet^{122,125}, F. Hyaume¹²⁹, G. Jourant²⁵⁹, Y. Isselin⁶⁹, Y. Jeangeorges¹⁰¹, P. Janex¹³², P. Jeanneret¹³¹, K. Jobse^{88,35}, S. Jouin^{24,44}, J. M. Jouvencel^{15,134}, K. Joy^{45,188}, J. F. Julien¹¹⁷, R. Kacerec⁴⁵, M. Kaire²⁷², M. Kempf^{35,40}, D. Koschny^{35,51,199}, C. Krier²¹, M. K. Kwon¹, L. Lacasagne⁶⁸, D. Lachat^{158,41}, A. Lagain³⁹⁹, E. Laisné⁸⁵, V. Lanchares²⁵⁴, J. Laskar¹, M. Lazzarin³¹, M. Leblanc¹³⁷, J. P. Lebraton³⁶, J. Lecomet²⁴, P. Le Du^{114,215}, P. Felong¹², S. Lera²⁴, J. F. Leoni¹³⁸, A. Le-Pichon¹³⁹, P. Le-Poupon¹²⁹, A. Leroy¹⁴⁰, G. Leto², A. Levensau¹⁴¹, E. Lewin⁹³, A. Lienard⁹³, D. Licchelli¹⁰, H. Locatelli¹⁴⁸, S. Loehle^{142,40}, D. Loizeau¹⁶⁴, L. Luciani¹⁴⁵, M. Maignan¹⁵⁹, F. Manca²⁵¹, S. Mancuso¹⁹, E. Mandon¹⁵¹, N. Mangold¹⁴⁴, F. Mannucci²⁹⁸, L. Maquet^{1,9}, D. Marant¹⁴⁵, Y. Marchal¹⁷⁶, J. L. Marin⁷, J. C. Martin-Brissée¹⁴⁶, D. Martin^{91,45}, D. Mathieu⁴⁷, A. Maury^{211,31}, N. Mespoulet¹⁵⁹, F. Meyer⁴⁸, J. Y. Meyer¹¹⁰, E. Meza^{232,87}, V. Moggi Cecchi²¹, J. J. Moiroud^{193,194}, M. Millan^{96,36}, M. Montesarchio²¹, A. Misiano¹⁵⁷, E. Molinari²⁹, S. Molau^{100,149}, J. Monari²⁹, B. Monflier⁵⁰, A. Monkos^{40,201}, M. Montemaggi²³², G. Monti²⁴², R. Moreau¹⁵¹, J. Morin¹⁵², R. Mourgues¹⁵³, O. Mousis^{1,9}, C. Nablanc¹⁵⁴, A. Nastasi²³⁷, L. Niacu^{206,57}, P. Notez⁴², M. Ory^{158,41}, E. Pace²⁵³, M. A. Paganelli²¹⁴, A. Pagola^{1,9}, M. Pajuelo^{1221,87}, J. F. Palacián²⁶⁷, G. Pallieu¹⁵⁴, P. Parascovich¹⁰, R. Pardini²³⁵, M. Pavone²⁵⁴, G. Pavy¹³⁰, G. Payen^{124,125}, A. Pegoraro²⁵⁵, E. Peña-Asensio^{14,230}, L. Perez¹¹², S. Pérez-Hoyos^{19,20,34}, V. Perlerin^{19,44}, A. Peyrot^{123,125}, F. Peth¹²⁰, V. Pic¹⁶⁰, S. Pietronave²⁴², L. Moreau¹⁵¹, M. Piquel¹⁶¹, T. Pisanu²⁰, M. Poppe²⁰⁴, L. Portois¹⁶², J. F. Prezaud¹⁶³, N. Pugno²⁵⁶, C. Quantin¹⁶⁴, G. Quitté¹⁶⁵, N. Rambaux^{1,9}, E. Ravier⁸⁹, U. Repetti¹⁹⁷, S. Ribas^{167,34}, C. Richard¹⁷⁵, D. Richard¹⁶⁸, M. Rigoni²⁴³, J. P. Rivet¹⁶⁹, N. Rizza²⁵⁷, S. Rochain⁹⁷, J. F. Rojas^{19,20,34}, M. Romeo¹⁵⁷, M. Rotaru^{9,43}, M. Rotger¹¹⁹, P. Rougier⁷⁰, P. Rousselet¹⁴⁸

* Corresponding authors: F. Colas, e-mail: Francois.Colas@obspm.fr; B. Zanda, e-mail: Brigitte.Zanda@mnh.fr; M. Birlan, e-mail: Mirel.Birlan@obspm.fr

A53, page 1 of 23

Open Access article, published by EDP Sciences, under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

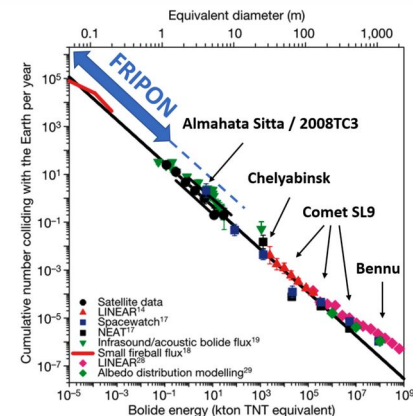


Fig. 11. Flux of small near-Earth objects colliding with the Earth (Brown et al. 2002). Data are shown over a range of 14 magnitudes in energy. The statistical model is based on near-Earth population for big sizes and, for the smaller objects, it is derived from a decade-long survey of ground-based observations of meteor and fireballs. The FRIPON network lies exactly between minor planets (detected by telescopes and planetary impacts) and interplanetary dust (detected by meteor networks). The solid arrow corresponds to FRIPON nominal model; the dashed line is for rare events, observable by FRIPON but with a very low probability.

asteroidal fragments dominating the flux of material, whereas IDPs originate mostly from comets and possibly from asteroids (Bradley et al. 1996; Vernazza et al. 2015). The most detailed information on the processes, conditions, timescales, and chronology of the early history of the solar system (e.g., Newsa & Vernazza 2019; Kruger & Kleine 2019 and references therein), including the nature and evolution of the particles in the pre-planetary solar nebula, has so far come from the study of all these extraterrestrial materials. Recovering intact samples of such materials is therefore a critical goal of planetary studies.

However, we are not very efficient at recovering the meteorites that hit the Earth. Estimates based on previous surveys (Bland et al. 1996) and on collected falls [Meteoritical Bulletin database] indicate that, for meteorites with masses greater than 100 g, probably less than 1 in 500 that fall on Earth are currently recovered. In addition, taking France as an example, recovery rates were significantly higher in the nineteenth century than they are now: 45 meteorites were observed to fall and found on the ground in the nineteenth century, whereas they were 5 times fewer in the twentieth century (Fig. 1), showing that there is at present a large potential for improvement. Hot and cold deserts are privileged dense collection areas, but most meteorites are found hundreds of years to millions of years after their fall (Huttlzer et al. 2016; Drouard et al. 2019). They have thus been exposed to terrestrial alteration, which has partly obliterated the

<https://www.lpi.usra.edu/meteor/metbull.php>

A53, page 2 of 23

F. Colas et al., A&A 644, A53 (2020)

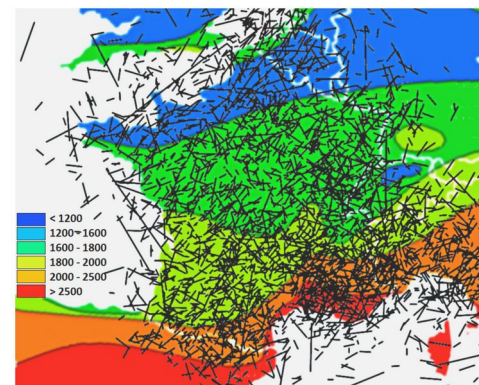
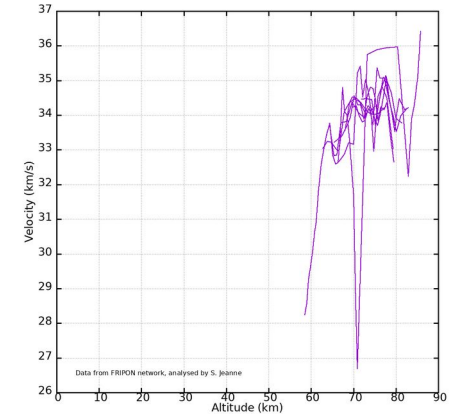
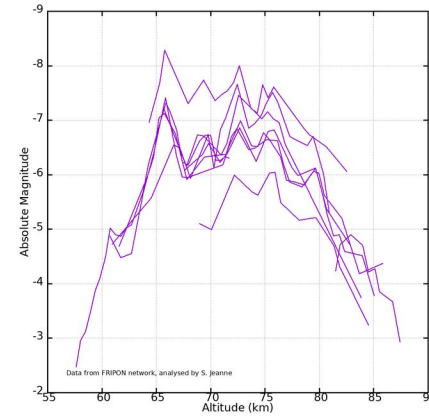
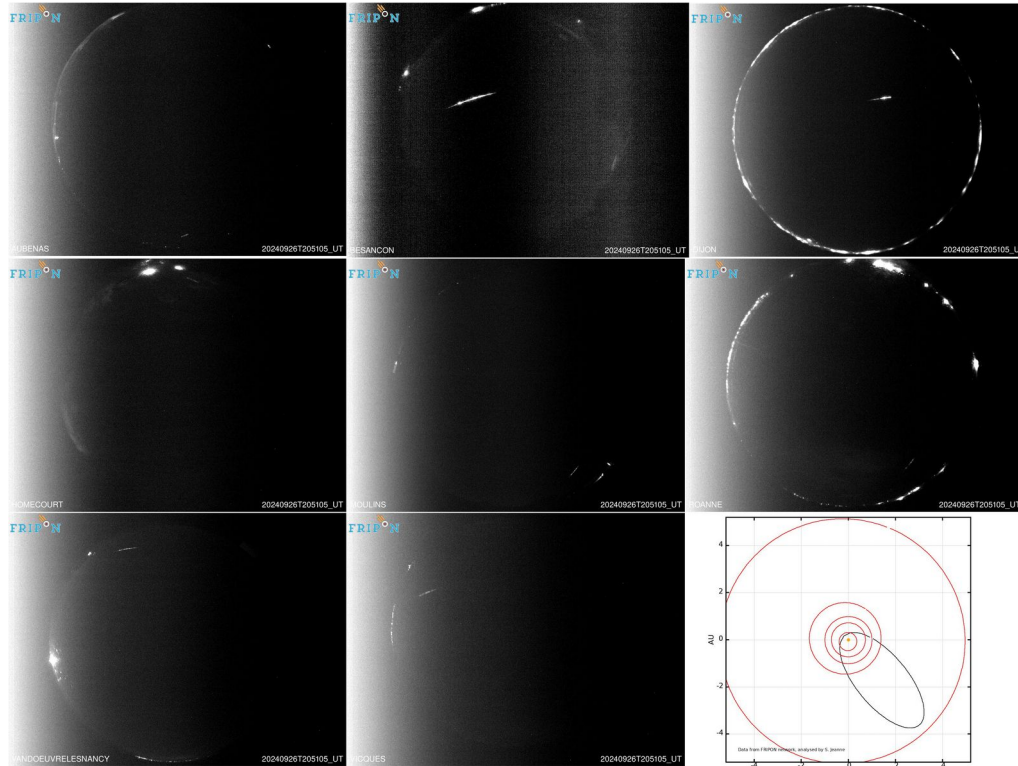


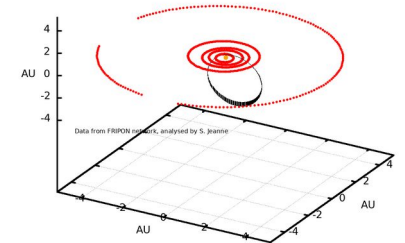
Fig. C1. Map of the 3700 trajectories measured with FRIPON data from 2016 to early 2020. The concentration of detections is in part explained by the background sunshine weather map (sunshine duration in hours per year). The Rhône valley and the south of France have twice as many clear nights as the north. Another factor is that the installation of the cameras, done mostly throughout 2016, started in southern France and around Paris.

Résultats : de très nombreuses détections

- Les caméras FRIPON effectuent des détections quasi-quotidiennement (quand la météo le permet)
- De nombreux résultats sont fournis : orbite, magnitude, vitesse...
- Bien sûr, la plupart des détections ne correspondent pas à une chute.



Exemple de détection
du 26 septembre 2024,
via le site FRIPON
Database Frontend



Résultats : éléments orbitaux

→ Les nombreuses détections permettent de calculer des statistiques sur les éléments orbitaux des objets observés dans le système solaire.

→ **Dichotomie** : (i) **objets à faible vitesse** (orbites astéroïdales),
(ii) **objets à grande vitesse** (orbites d'OTN ou cométaire).

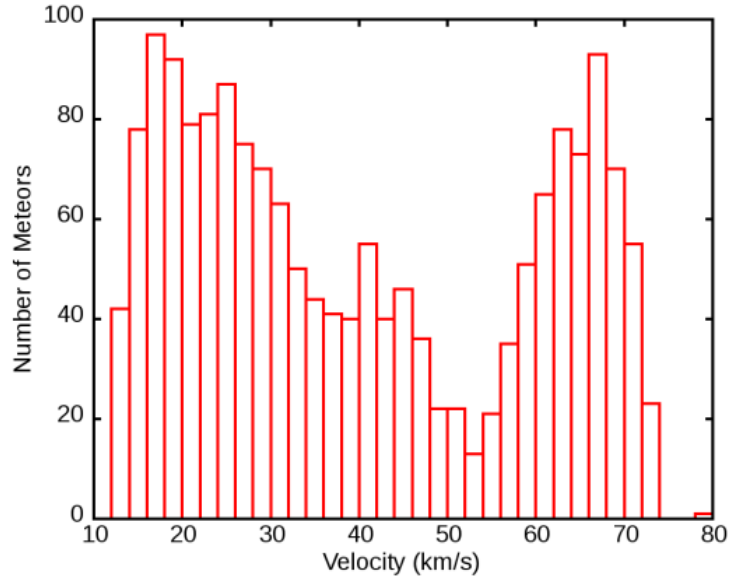


Fig. 9. Histogram of sporadic fireball entry velocities. Two populations can be observed: (1) low speed objects corresponding mostly to asteroidal orbits and (2) fast objects corresponding to TNOs or comet-like objects. This dichotomy has also been observed by [Drolshagen et al. \(2014\)](#) with the CILBO network for smaller objects.

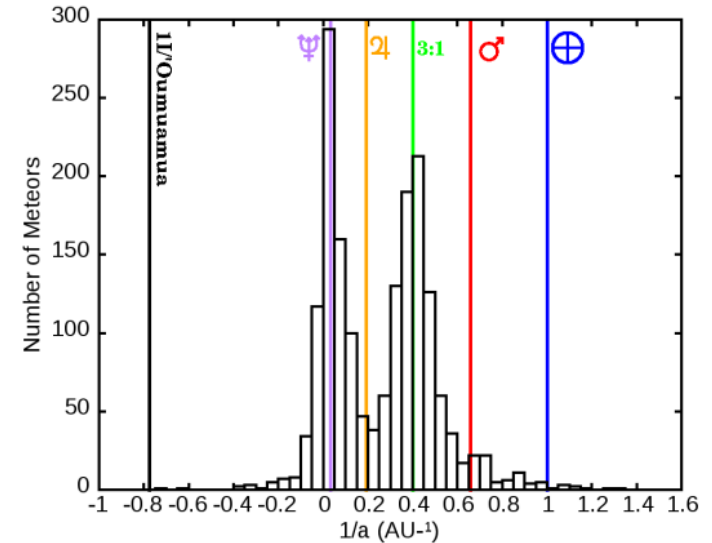
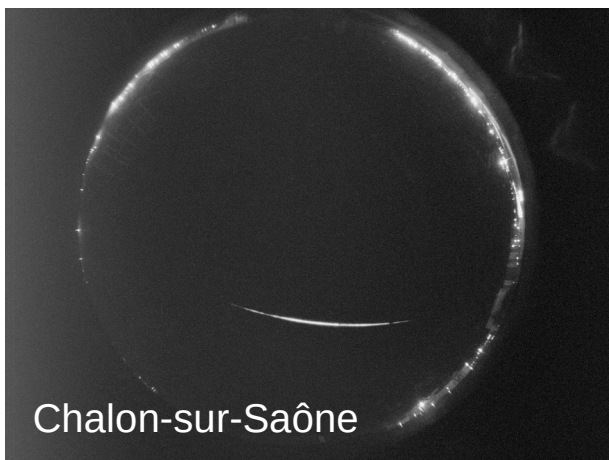


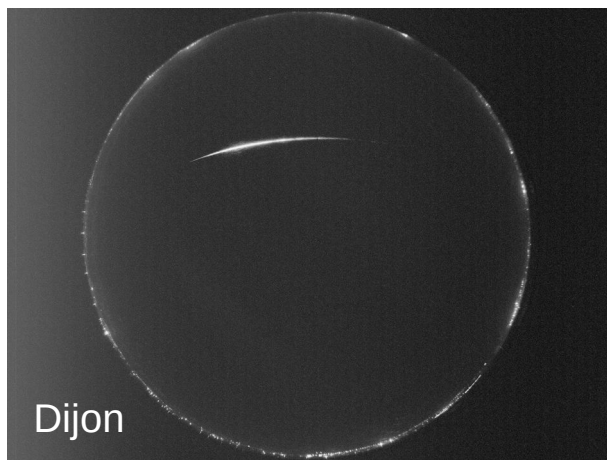
Fig. 10. Histogram of sporadic fireballs detected as a function of $1/a$. This value is proportional to the orbital energy, making it possible to highlight two populations of objects: (1) the slow objects (of asteroidal origin) with a maximum related to the 3:1 and ν_6 resonances (green line), which are the main sources of NEOs; and (2) the fast objects around Neptune (purple line). These two populations are separated by Jupiter (orange line). The figure also shows the orbits of the Earth (blue), Mars (red), and the interstellar object 11/Oumuamua (black). The FRIPON orbits with negative ($1/a$) values suffer from large errors and certainly do not correspond to orbits of interstellar objects.

Résultats : un exemple en Bourgogne Franche-Comté !

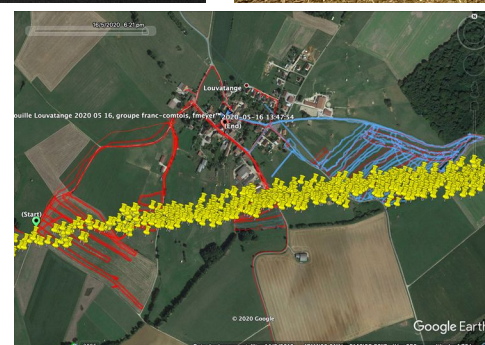
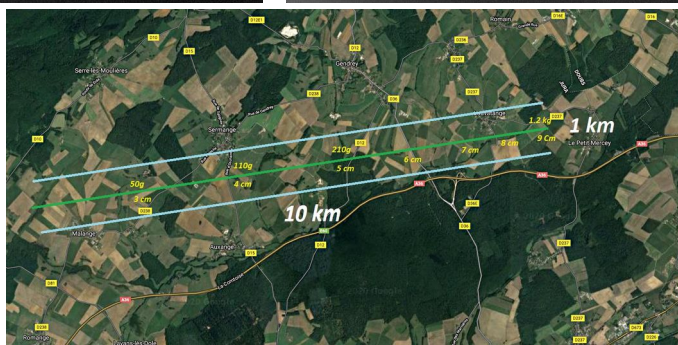
- Le 16 février 2020, un beau bolide, mais seulement deux caméras
- Analyse pendant le confinement : possibilité de chute vers Louvatange
- Battue organisée le 16 mai 2020 : pas de météorite, mais un excellent test d'organisation



Chalon-sur-Saône



Dijon



Résultats : les chutes de 2023

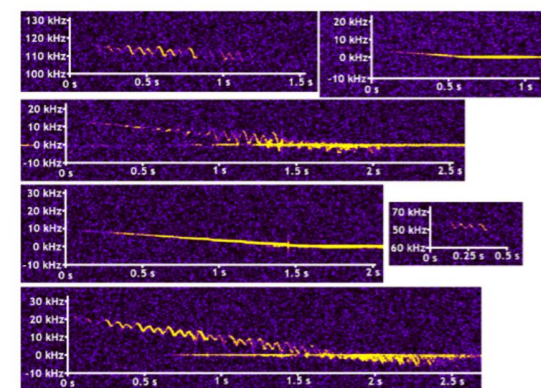
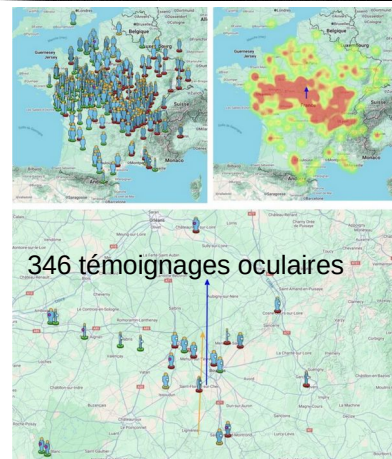
Météorite de Saint-Pierre-du-Vigier (Normandie)

- Chute le 13 février 2023
- Astéroïde 2023 CX1 repéré 7 h avant sa chute



Météorite de Ménétréol-sur-Sauldre (Sologne)

- Chute le 10 septembre 2023, 10 caméras Fripon
- Récupération dès le lendemain



Échos Doppler (Nançay, Dax, Beaumont-les-Valence, Marseille, Brest et Rochechouart)

Merci pour votre attention !