LES ASTEROIDES

Marc JELY
Décembre 2023
Club d'astronomie de Frouville

Sommaire

1- Première découverte d'un astéroïde ... Pourquoi ? Et Par Qui ?

2- Définition d'un astéroïde ... C'est Quoi ?

3- Trouver ou voir un astéroïde ... C'est Où ?

4- Comment classer les astéroïdes ? Quels critères ?

5- Par Taranis , Et si le ciel nous tombait sur la tête !

6- Les moyens de surveillance et de détection actuels

7- Petite galerie de portraits

8- Astéroïdes et cinématographie

LES ASTEROIDES

1- Première découverte d'un astéroïde ... Pourquoi ? Et Par Qui ? Année 1801

Pourquoi : L'histoire commence avec Johann Daniel Titius (1729-1796) qui émet une loi empirique permettant d'expliquer la présence des planètes et leur distance moyenne par rapport au soleil. Cette loi se nomme loi de Titius-Bode car publiée en 1772 par Johann Elert Bode (1747-1826). Cette « loi » laissait supposer l'existence d'une planète entre Mars et Jupiter comme l'indique le tableau ci-dessous :

La Loi empirique de Titius-Bode s'exprime par la progression géométrique : $d = 0,4 + 0,3*2^n$ où d est le demi-grand axe de l'orbite exprimée en unités astronomiques (U.A.) et n un nombre entier égal au rang de la planète

avec n =	Planètes	(d) Loi de Titius-Bode	(d) Valeurs réelles en UA
- infini	Mercure	0,4	0,387
0	Vénus	0,7	0,723
1	Terre	1	1
2	Mars	1,6	1,524
3	Ceinture d'Astéroïdes	2,8	2,17 à 3,3
4	Jupiter	5,2	5,203
5	Saturne	10	9,554
6	Uranus	19,6	19,218
7	Neptune	38,8	30,109
8	Pluton	77,2	39,438

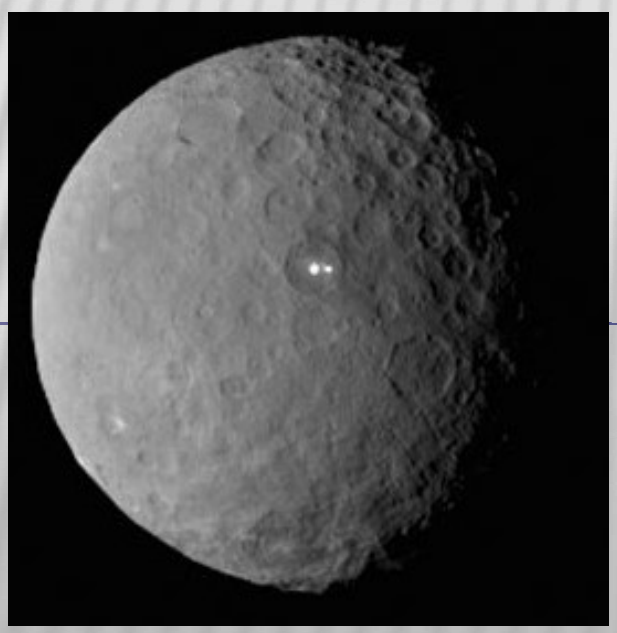
Johann Elert Bode, directeur de l'observatoire de Berlin, et le baron von Zach, astronome amateur hongrois, furent à l'origine de la constitution d'un groupe d'observateurs dont l'objectif principal était de rechercher ladite planète. Ils furent devancés par Piazzi qui découvrit ainsi le premier astéroïde, Cérès, circulant à une distance moyenne de 414 millions de km du Soleil.

LES ASTEROIDES

1- Première découverte d'un astéroïde ... Pourquoi ? Et Par Qui ?

Pourquoi en 1801 ?

- Un astéroïde est trop petit pour être vu à l'œil nu,
- A partir de cette époque, nous avons déjà des instruments, des observatoires et surtout des astronomes qui scrutent le ciel,
- Un certain Guiseppe Piazzi (astronome, prêtre et mathématicien) crée l'observatoire de Palerme et découvre <u>par accident</u> l'astéroïde **Cérès**.



Giuseppe Piazzi

Naissance	16 juillet 1746 Ponte in Valtellina (Italie)
Décès	22 juillet 1826 Naples (Royaume des Deux-Siciles)
Nationalité	Italienne
Domaines	Astronomie, Mathématiques
Renommé pour	Sa découverte de l'astéroïde Cérès, ses travaux sur le mouvement relatif des étoiles par rapport au soleil.

LES ASTEROIDES

1- *Et ensuite ?* 1801 - L'histoire ne fait que commencer …

Numéro	Nom	Date de découverte	Observatoire	Nom de découvreur
(1)	Ceres	01/01/1801	Palermo	Piazzi, G.
(2)	Pallas	28/03/1802	Bremen	Olbers, H. W.
(3)	Juno	01/09/1804	Lilienthal	Harding, K.
(4)	Vesta	29/03/1807	Bremen	Olbers, H. W.
(5)	Astraea	08/12/1845	Driesen	Hencke, K. L.
(6)	Hebe	01/07/1847	Driesen	Hencke, K. L.
(7)	Iris	13/08/1847	London	Hind, J. R.
(8)	Flora	18/10/1847	London	Hind, J. R.
(9)	Metis	25/04/1848	Markree	Graham, A.
(10)	Hygiea	12/04/1849	Naples	de Gasparis, A.
(11)	Parthenope	11/05/1850	Naples	de Gasparis, A.
(12)	Victoria	13/09/1850	London	Hind, J. R.
(13)	Egeria	02/11/1850	Naples	de Gasparis, A.
(14)	Irene	19/05/1851	London	Hind, J. R.
(15)	Eunomia	29/07/1851	Naples	de Gasparis, A.
(16)	Psyche	17/03/1852	Naples	de Gasparis, A.
(17)	Thetis	17/04/1852	Dusseldorf	Luther, R.
(18)	Melpomene	24/06/1852	London	Hind, J. R.
(19)	Fortuna	22/08/1852	London	Hind, J. R.
(20)	Massalia	19/09/1852	Naples	de Gasparis, A.
(21)	Lutetia	15/11/1852	Paris	Ouf ! Goldschmidt, H.
(22)	Kalliope	16/11/1852	London	Hind, J. R.
(23)	Thalia	15/12/1852	London	Hind, J. R.
(24)	Themis	05/04/1853	Naples	de Gasparis, A.

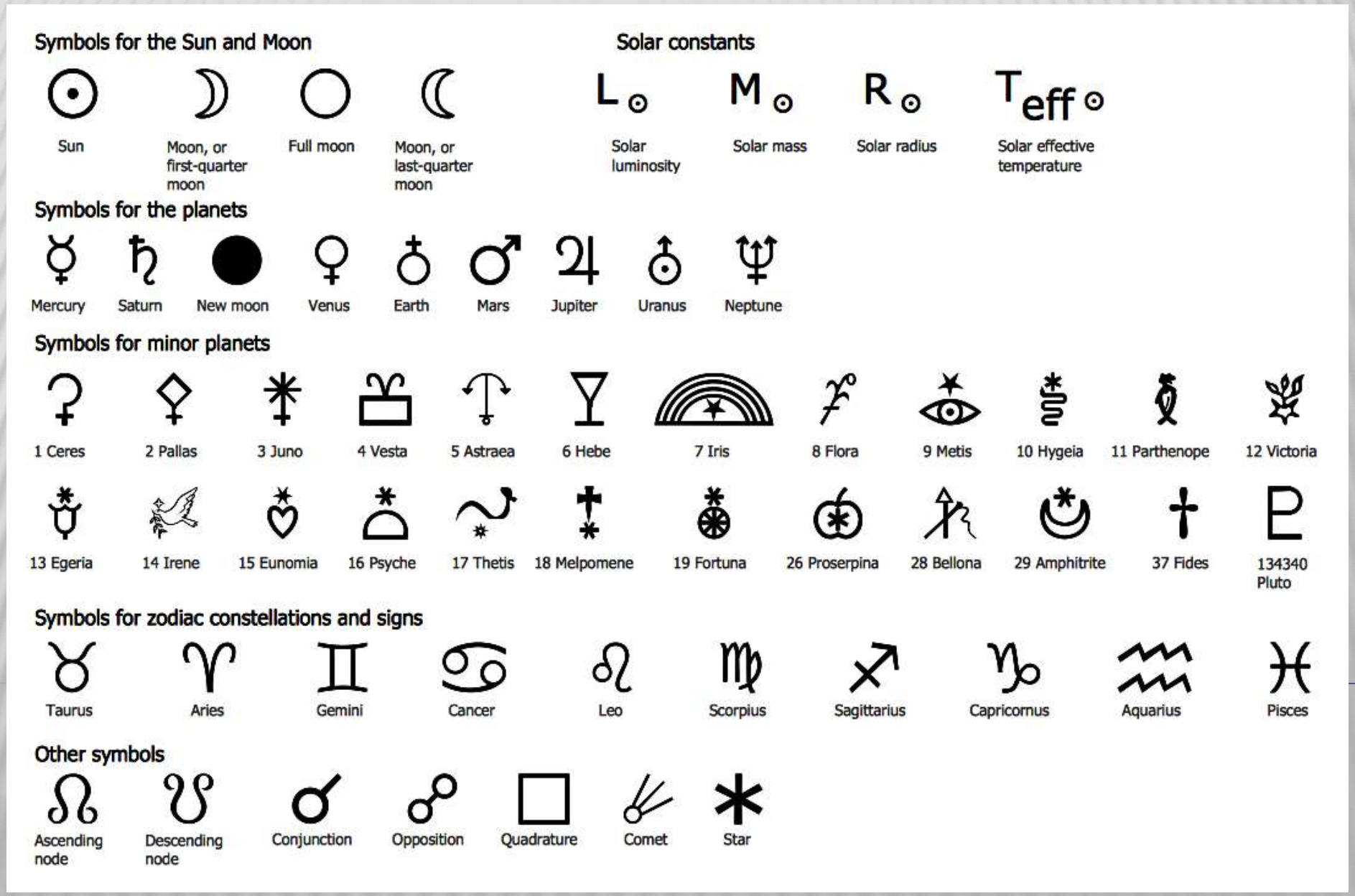
LES ASTEROIDES

1- *Et ensuite ?* Et les dernières « planètes » …

Numéro	Nom	Date de découverte	Observatoire	Nom de découvreur
(1)	Ceres	01/01/1801	Palermo	Piazzi, G.
(2)	Pallas	28/03/1802	Bremen	Olbers, H. W.
(3)	Juno	01/09/1804	Lilienthal	Harding, K.
(4)	Vesta	29/03/1807	Bremen	Olbers, H. W.
Planète N°7	**Neptune**	**23/09/1846**	**Paris/Londres/Berlin**	**Le Verrier/Adams/Galle**
(6)	Hebe	01/07/1847	Dresen	Hencke, K. L.
(7)	Iris	13/08/1847	London	Hind, J. R.
(8)	Flora	18/10/1847	London	Hind, J. R.
(9)	Metis	25/04/1848	Markree	Graham, A.
(10)	Hygiea	12/04/1849	Naples	de Gasparis, A.
(11)	Parthenope	11/05/1850	Naples	de Gasparis, A.
(12)	Victoria	13/09/1850	London	Hind, J. R.
(13)	Egeria	02/11/1850	Naples	de Gasparis, A.
(14)	Irene	19/05/1851	London	Hind, J. R.
(15)	Eunomia	29/07/1851	Naples	de Gasparis, A.
(16)	Psyche	17/03/1852	Naples	de Gasparis, A.
(17)	Thetis	17/04/1852	Dusseldorf	Luther, R.
(18)	Melpomene	24/06/1852	London	Hind, J. R.
(19)	Fortuna	22/08/1852	London	Hind, J. R.
(20)	Massalia	19/09/1852	Naples	de Gasparis, A.
(21)	Lutetia	15/11/1852	Paris	Goldschmidt, H.
(22)	Kalliope	16/11/1852	London	Hind, J. R.
(23)	Thalia	15/12/1852	London	Hind, J. R.
(24)	Themis	05/04/1853	Naples	de Gasparis, A.
Planète N°8	**Pluton**	**18/02/1930**	**USA**	**Clyde W. Tombaugh**

LES ASTEROIDES

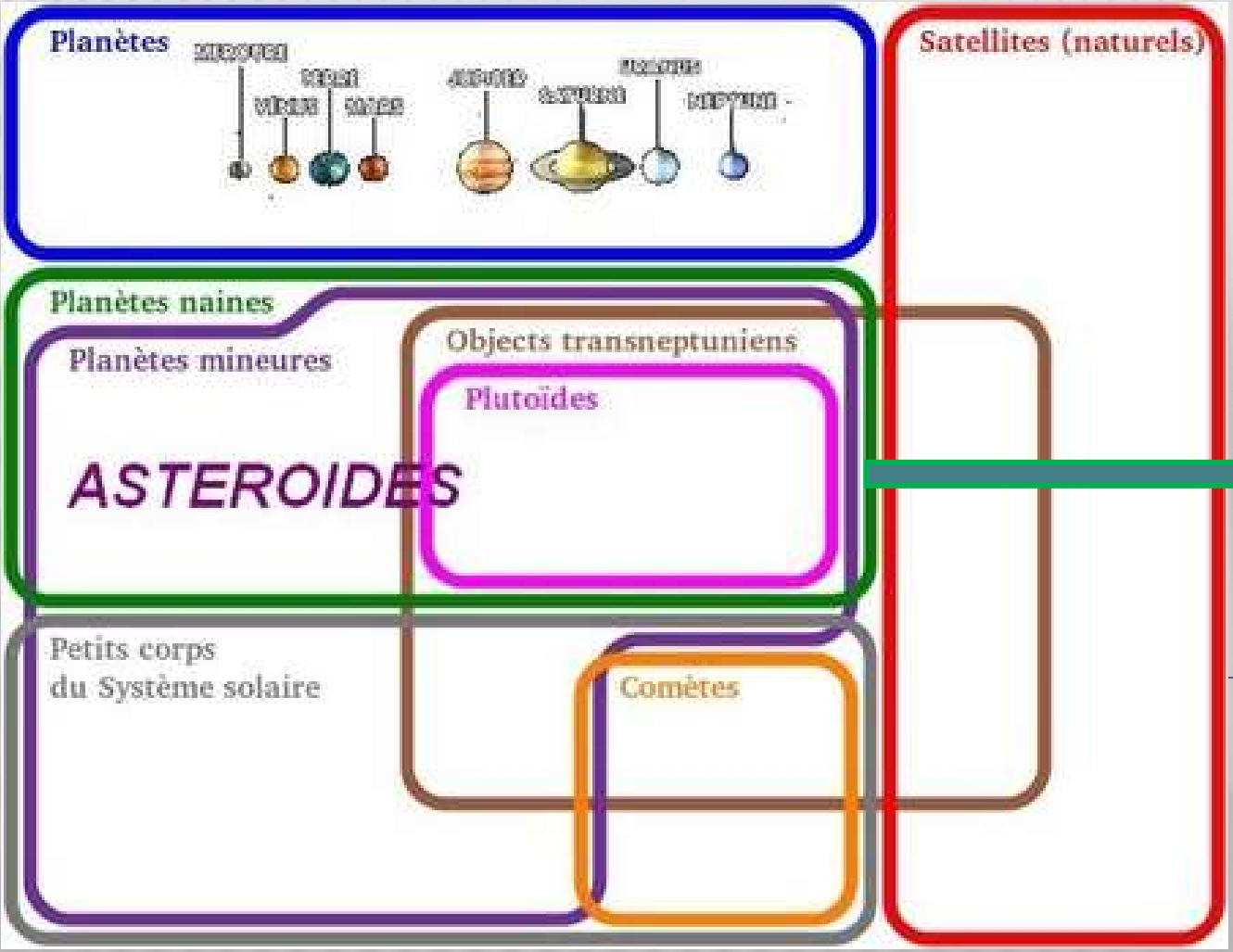
1- Et ensuite ? A titre anecdotique, à l'époque des symboles étaient affectés aux objets célestes , y compris les astéroïdes et les planètes mineures.



LES ASTEROIDES

2- Définition d'un astéroïde … C'est Quoi ?

Un astéroïde est un petit corps du système solaire (taille inférieure à 1.000 km),
Un astéroïde peut aussi être très petit (moins d'un mètre !).
Il est de fait, indétectable avec nos moyens actuels.
Le diagramme ci-dessous représente la classification des corps dans le système solaire.



Cérès (974 km)

Pluton (2370 km)

Eris (2326 km)

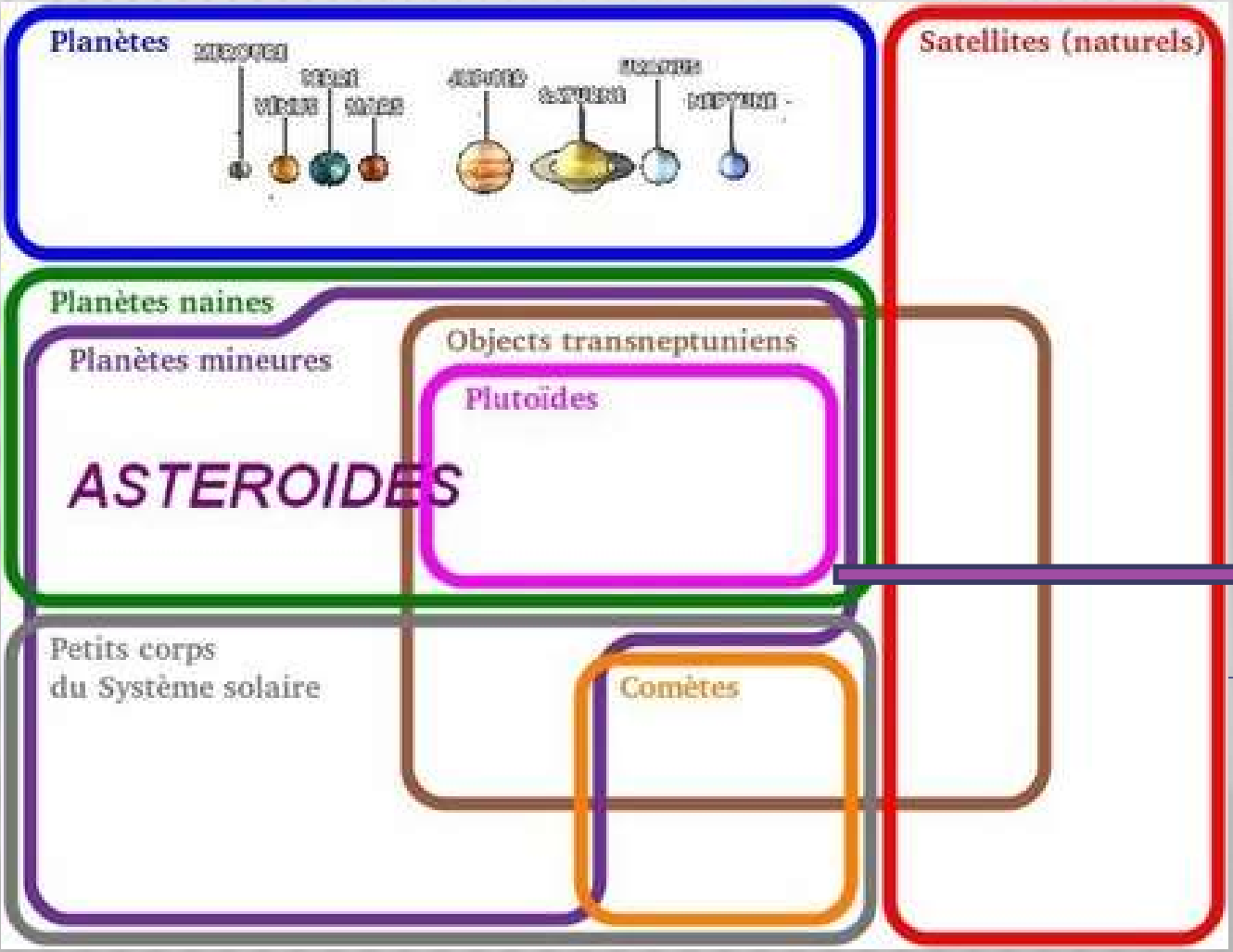
Makémaké (1300 à 1900 km)

Hauméa (1900 x 1500 x 996 km)

LES ASTEROIDES

2- Définition d'un astéroïde … C'est Quoi ?

Un astéroïde est un petit corps du système solaire (taille inférieure à 1.000 km),
Un astéroïde peut aussi être très petit (moins d'un mètre !).
Il est de fait, indétectable avec nos moyens actuels.
Le diagramme ci-dessous représente la classification des corps dans le système solaire.



Planètes mineures

640 000 numérotées
dont
24 534 nommés
et
689 548 non numérotées

soit un total de

1 329 548

avec orbites connues

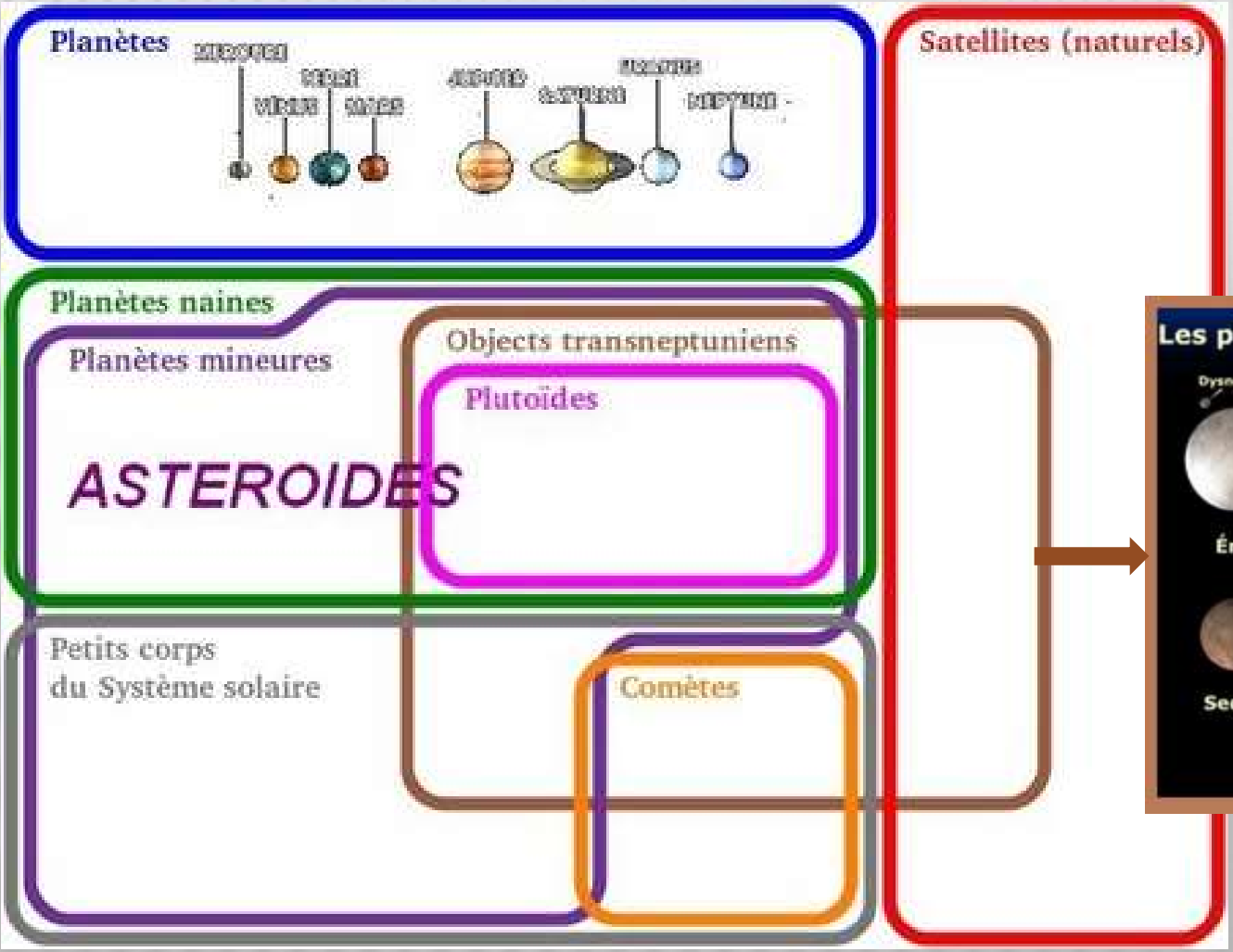
le 4 décembre 2023

Centre des planètes mineures

LES ASTEROIDES

2- Définition d'un astéroïde … C'est Quoi ?

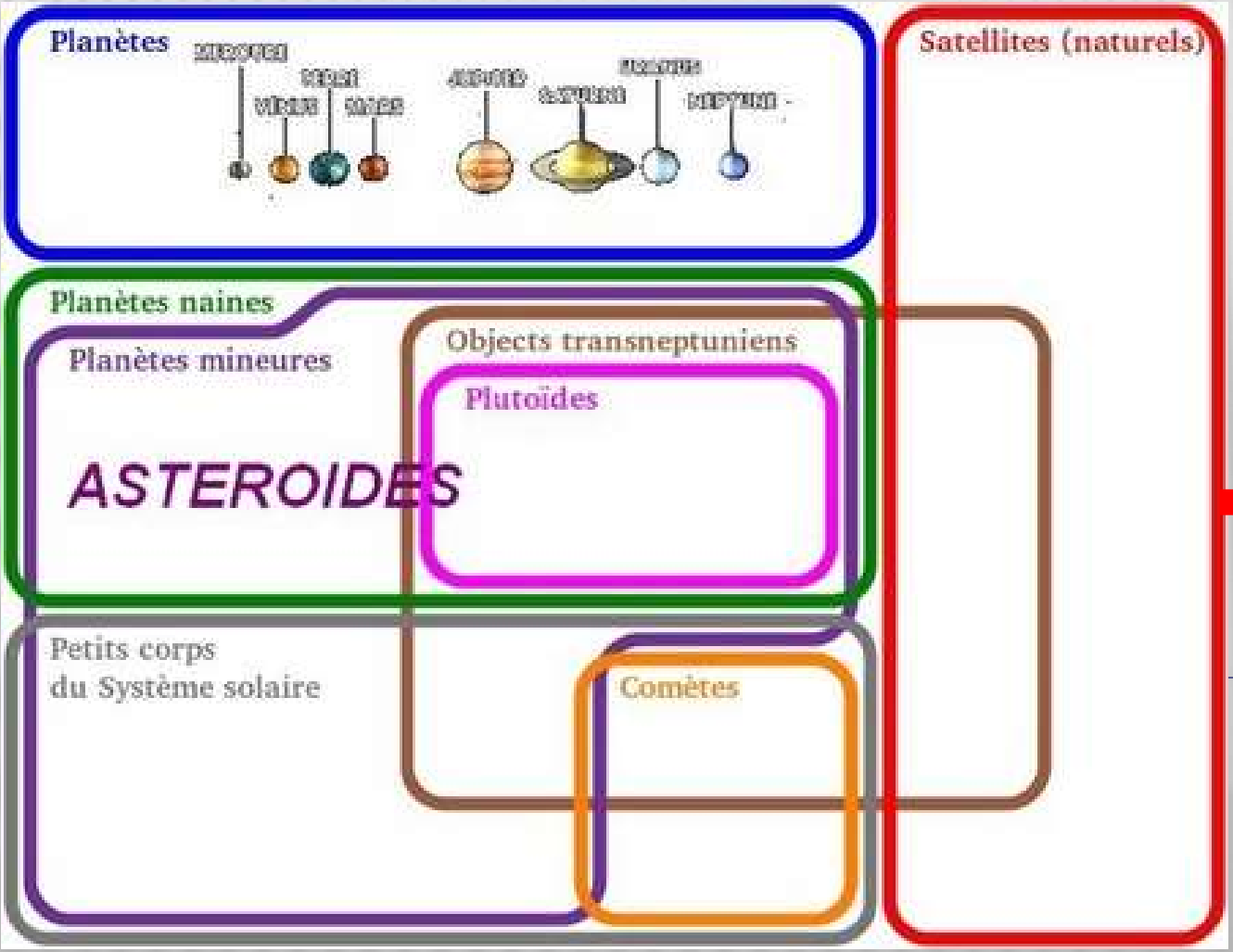
Un astéroïde est un petit corps du système solaire (taille inférieure à 1.000 km),
Un astéroïde peut aussi être très petit (moins d'un mètre !).
Il est de fait, indétectable avec nos moyens actuels.
Le diagramme ci-dessous représente la classification des corps dans le système solaire.



LES ASTEROIDES

2- Définition d'un astéroïde … C'est Quoi ?

Un astéroïde est un petit corps du système solaire (taille inférieure à 1.000 km),
Un astéroïde peut aussi être très petit (moins d'un mètre !).
Il est de fait, indétectable avec nos moyens actuels.
Le diagramme ci-dessous représente la classification des corps dans le système solaire.



Satelittes naturels

données 2023

MERCURE = 0

VENUS = 0

TERRE = 1

MARS = 2

JUPITER = ~~69~~ 95

SATURNE 146

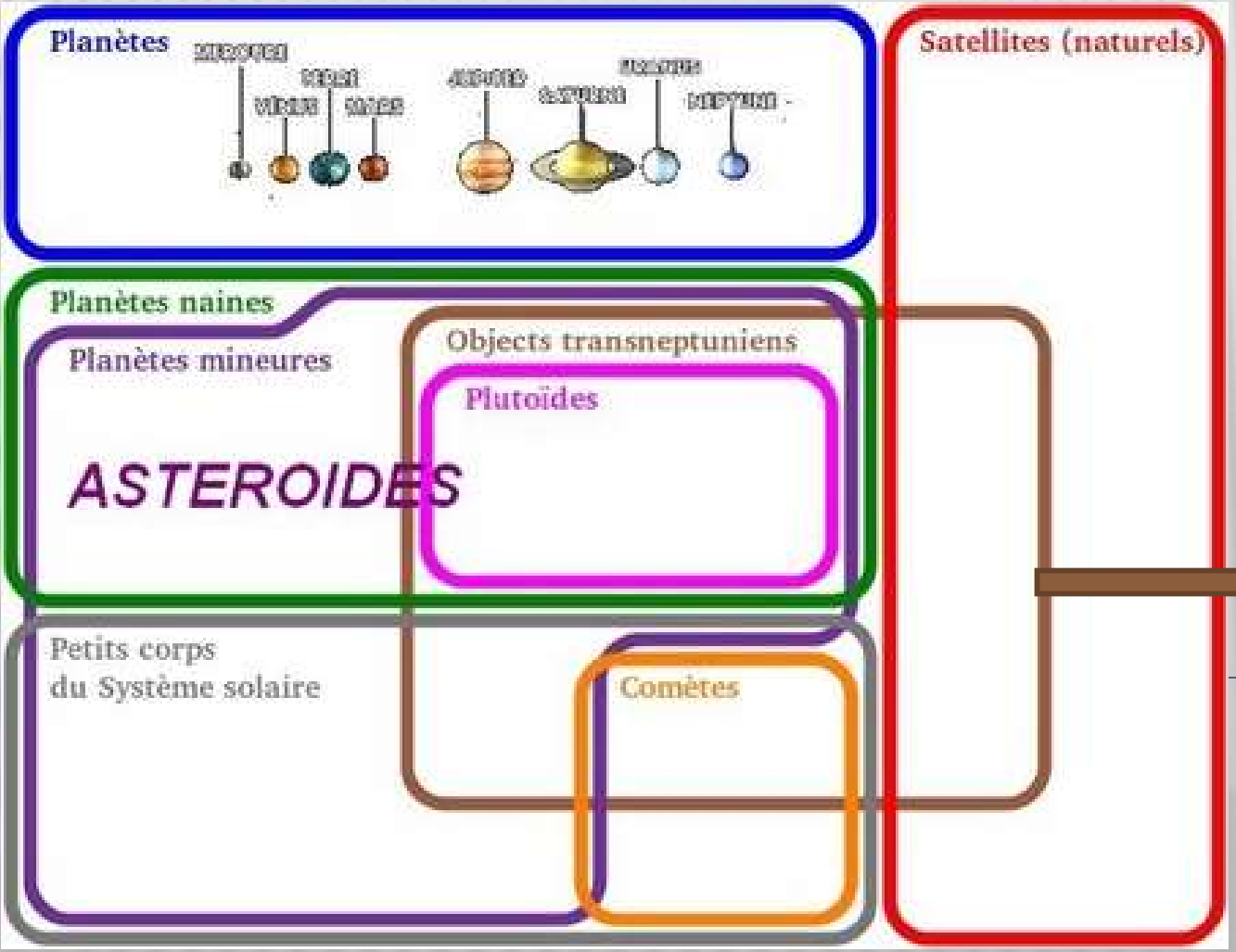
URANUS = 27

NEPTUNE = 14

LES ASTEROIDES

2- Définition d'un astéroïde … C'est Quoi ?

Un astéroïde est un petit corps du système solaire (taille inférieure à 1.000 km),
Un astéroïde peut aussi être très petit (moins d'un mètre !).
Il est de fait, indétectable avec nos moyens actuels.
Le diagramme ci-dessous représente la classification des corps dans le système solaire.



Satelittes des transneptuniens

ERIS -> Dysnomie

PLUTON -> Charon
Hydre
Nix
Kerberos
Styx

HAUMEA -> Hi'iaka
Namaka

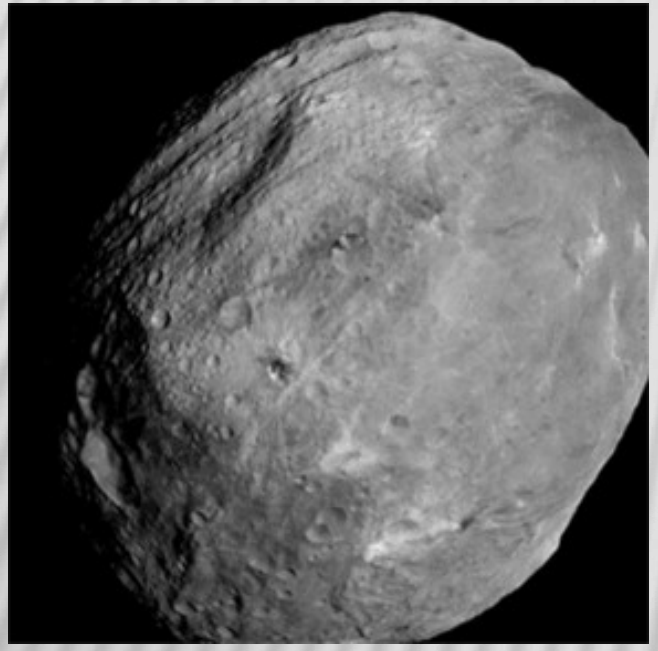
LES ASTEROIDES

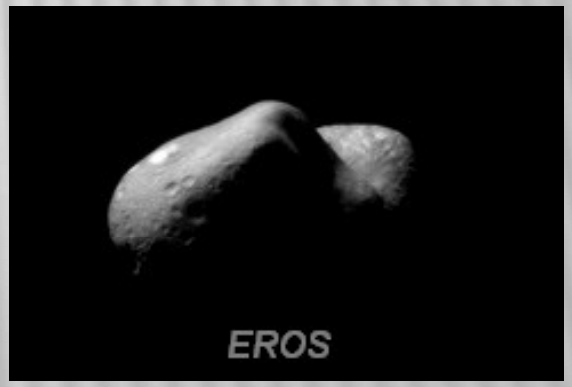
2- Définition d'un astéroïde … C'est Quoi ?

Forme (et dimensions) d'un astéroïde?

- Seul le plus gros possède une forme sphérique (Cérès : diamètre 975 km)
- Le 2ième plus gros (Vesta diamètre env. 530 km) est plutôt « patatoïde »,

Forme de VESTA





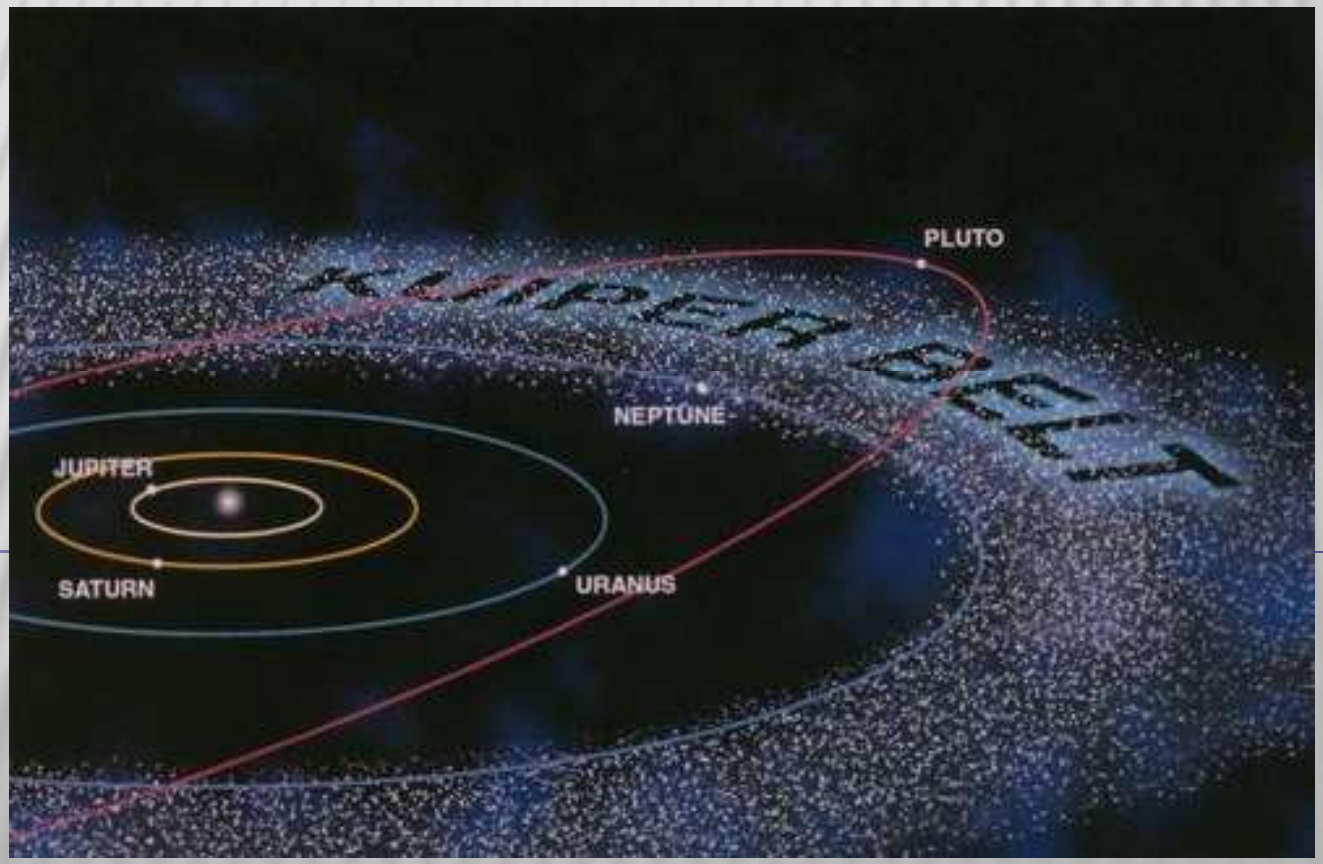
- Les autres ont des formes généralement irrégulières tourmentées dues aux chocs avec d'autres corps

LES ASTEROIDES

2- Définition d'un astéroïde … C'est Quoi ?

Composition d'un astéroïde ?

Les astéroïdes sont composés de roches, de métaux et de glaces.
Cette composition dépend de la localisation de l'astéroïde.
Ainsi, ceux de la ceinture de Kuiper* sont plus riches en glaces (méthane, ammoniac, eau …) et plus pauvres en roches et métaux (essentiellement nickel, fer, silicates).
{ La ceinture de Kuiper : zone éloignée du système solaire s'étendant au dela de l'orbite de Neptune entre 30 et 55 unités astronomiques}



LES ASTEROIDES

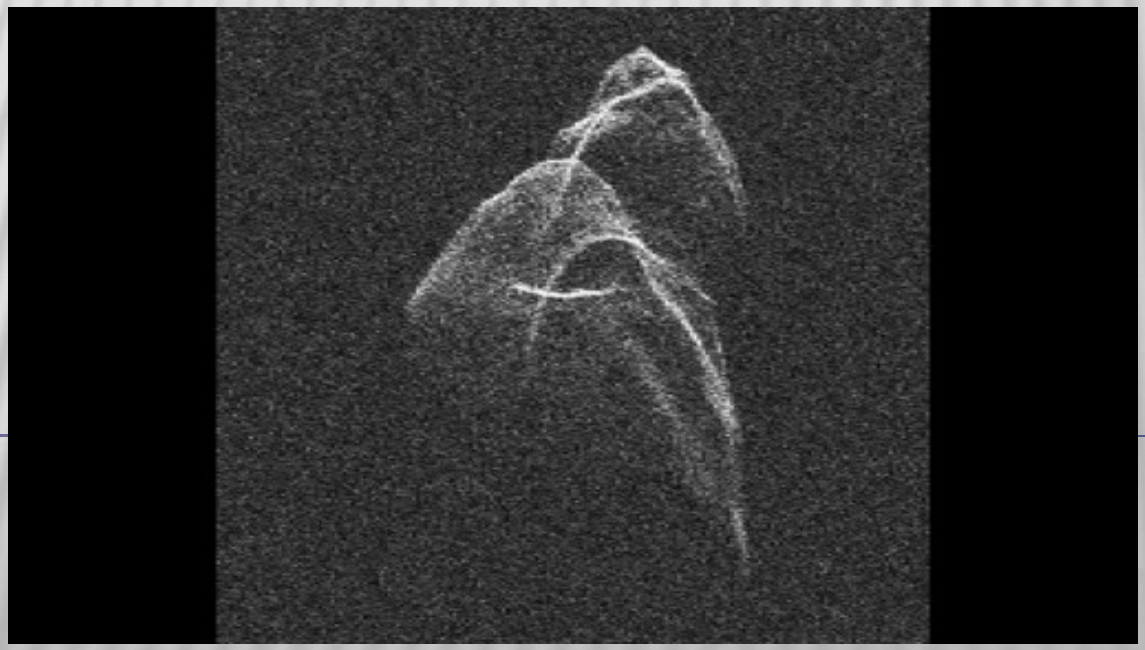
2- Définition d'un astéroïde … C'est Quoi ?

Mouvements d'un astéroïde ?

Mouvement: La grande majorité des astéroïdes, et des planètes, sont en rotation sur eux-mêmes autour d'un axe unique, comme des boules de billard.

Exception remarquable :

- **4179 Toutatis** tourne apparemment en tous sens comme un ballon de rugby dégagé à la hâte. Son mouvement et sa forme seraient le résultat de son passé (collision et accrétion de 2 masses rocheuses). La résultante serait l'effet conjugué de 2 axes de rotation de période 5,4 et 7,2 jours terrestres.



LES ASTEROIDES

2- Définition d'un astéroïde … C'est Quoi ?

Mouvements d'un astéroïde ?

Orbite : Comme les autres objets du système solaire, les astéroïdes sont en orbite autour du soleil. Et cette orbite peut subir des variations au passage rapproché d'un corps très massif (effet de la gravité).

- 4179 Toutatis orbite autour du soleil en 1463 jours (orbite très excentrique et contenu dans celle de Jupiter).

Jupiter : Demi-grand axe = 778 412 027 km

L'astéroïde Toutatis, de 4,6 km de long pour 2,4 km de large, vu pour la première fois d'aussi près. À première vue, l'absence de grands cratères d'impacts est surprenante. © CNSA

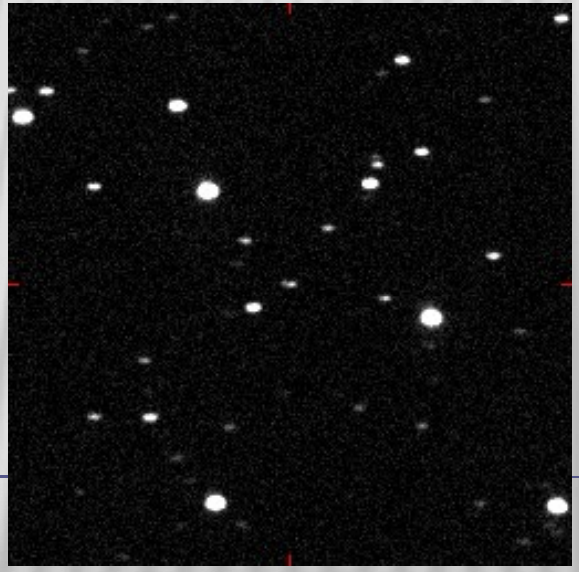
(4179) Toutatis	
Demi-grand axe	377 326 000 km
Périhélie	137 739 000 km
Aphélie	616 914 000 km
Excentricité	0.6350
Inclinaison sur l'écliptique	0.446°
Période de révolution	1 463.1400 j
Dimension	4.5 x 2.4 x 1.9
Masse	50×10^{12} kg
Découvert par	Christian Pollas
Découvert le	04/01/1989

LES ASTEROIDES

3- Trouver ou voir un astéroïde … C'est Où ?

L'astéroïde VESTA (le 2ième plus gros après CERES) est le seul par sa brillance à être ***théoriquement*** discernable à l'œil nu à certains moments et à condition de savoir ou et comment l'observer.
Sa magnitude varie de 5,3 à 9 et il faut l'observer plusieurs minutes pour le distinguer des étoiles par son déplacement.

Voici comment il se distingue dans un instrument … bien entendu.



LES ASTEROIDES

3-Trouver ou voir un astéroïde … C'est Où ?

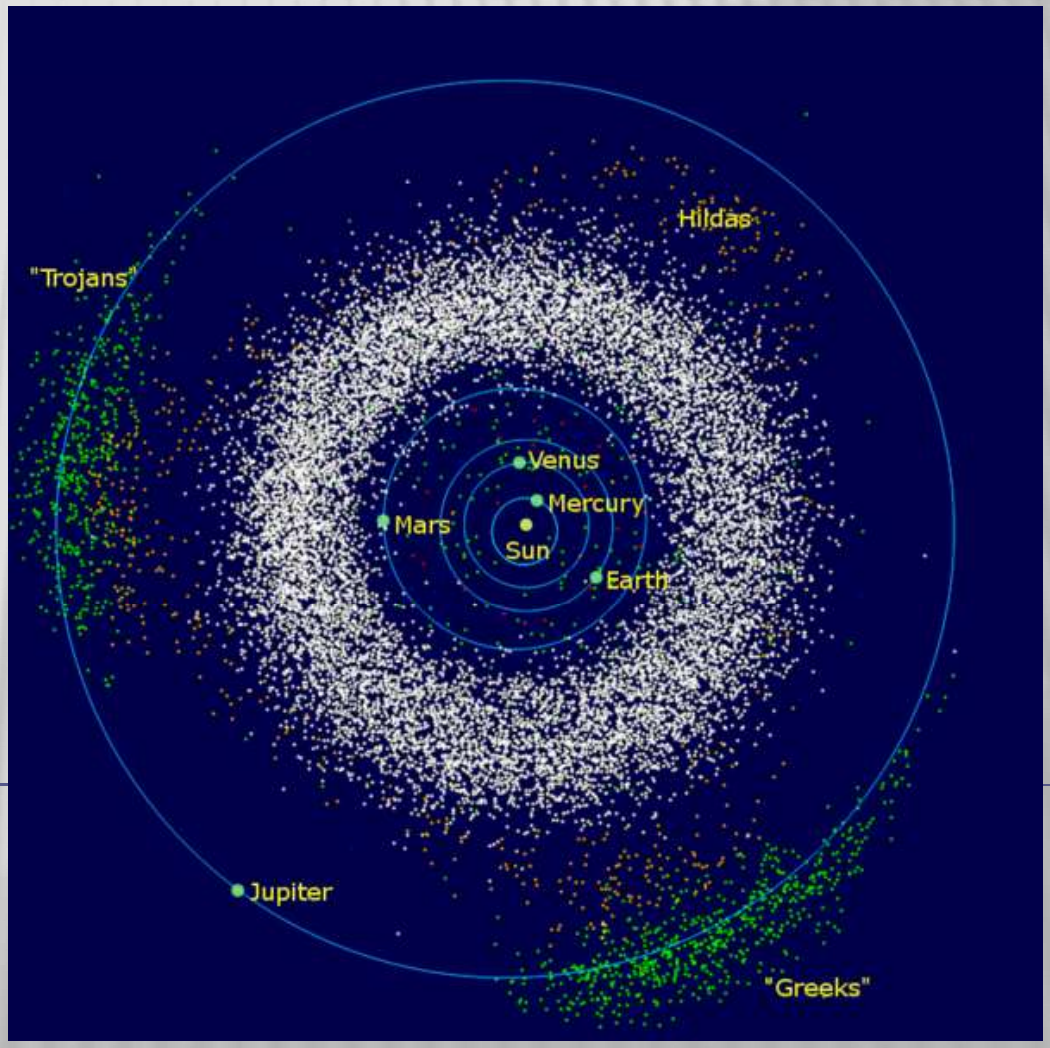
Un astéroïde … C'est Où ?

La grande majorité des astéroïdes connus et répertoriés est contenue dans les deux zones suivantes du système solaire :

- La ceinture principale en blanc située entre Mars et Jupiter,
  et
- L'orbite de Jupiter en vert (astéroïdes « Trojans » et « Greeks »).

Toutefois, la masse et le nombre d'objets seraient bien plus importants dans la ceinture de Kuiper.

Ces objets très éloignés sont qualifiés d'**OTN** (**O**bjets **T**rans **N**eptuniens).

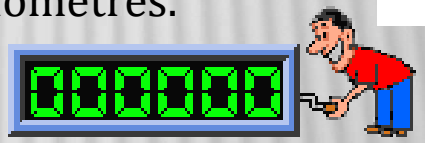


LES ASTEROIDES

3- Trouver ou voir un astéroïde … C'est Où ?

Petit jeu des Questions/Réponses et Explications

Question : Avec mon télescope, puis-je voir la **ceinture d'astéroïdes** ?
Réponse : Bien évidemment NON (objets petits, loins et dispersés)
Ce n'est pas la voie lactée …
Explication : Leur distance et leur taille les rendent invisibles à nos « petits » instruments. En 2007, les plus grands, taille de plus de 200 km dépassaient le nombre de 200. Ils présentent une magnitude absolue d'environ 16. Globalement, la ceinture d'astéroïdes est vide , chaque objet étant en moyenne distant de 1 million de kilomètres.



Question : As-t-on un ordre de grandeur de leur nombre ?
Réponse : La ceinture d'astéroïdes contient plusieurs centaines de milliers d'objets connus mais on estime qu'il y en a plusieurs millions de la taille du grain de poussière jusqu'au « planétoïdes » de quelques centaines de kilomètres.
Explication : La masse totale de la ceinture est estimée à seulement 4% de celle de la lune et les 4 plus gros objets (Cérès, Vesta, Pallas et Hygée) font déjà quasiment la moitié de la masse totale !

D'après le **Minor Planet Center**, l'organisme responsable du recensement des astéroïdes et des comètes, il y a aujourd'hui un peu plus de 1.329.000 astéroïdes découverts dans le système solaire.

LES ASTEROIDES

3- Trouver ou voir un astéroïde … C'est Où ?

Petit jeu des Questions/Réponses et Explications

Question : Pourquoi sont-ils entre Mars et Jupiter et sur l'orbite de Jupiter ?
Réponse : Les scientifiques s'accordent à dire que Jupiter par sa masse et les effets de résonance orbitale aurait empêcher la formation d'une planète.
Explication : La ceinture d'astéroïdes serait une relique du système solaire primitif et la migration de Jupiter vers le soleil et les résonances de cette zone ont balayé les petits objets.

Question : Puis-je en observer quelques uns avec mon télescope ?
Réponse : Oui , mais seulement les plus gros et brillant (Cérès Vesta …).
Explication : Ceux-la sont accessibles aux jumelles et télescopes avec l'aide des éphémérides (ci-dessous le rapprochement Lune – Vesta du 25 Septembre 2016)

LES ASTEROIDES

3- Trouver ou voir un astéroïde … C'est Où ?

Petit jeu des Questions/Réponses et Explications

Question : Alors, qui cherche et trouve les astéroïdes ?
Réponse : Des scientifiques (astronomes) mais aussi des amateurs (notre Patrick SOGORB)
Explication : Depuis la seconde moitié du 20ième siècle, différents travaux scientifiques ont mis en évidence la menace d'impact d'astéroïdes sur notre terre. SPACEGUARD est le nom du premier programme de détection mis en place par la NASA en 1998.

Question : Et maintenant, que fait-on et avec quoi ?
Réponse : Nous continuons à les étudier à la fois du sol mais aussi avec des sondes d'exploration.
Explication : **Au sol**, le **Minor Planet Center** recueille et analyse les données transmises par la communauté scientifique (professionnels ET amateurs). Ces données servent à répertorier les astéroïdes, les classer et déterminer s'ils sont potentiellement dangereux à l'avenir !

Dans l'espace (13 octobre 2023) ,
La NASA s'apprête à explorer Psyché, un astéroïde métallique
Une théorie particulièrement séduisante suggère que cet astéroïde
D'un diamètre de 200m serait le cœur à vif d'un presque monde,
le noyau métallique d'une planète qui n'a jamais vu le jour.
(lancement par Falcon Heavy de SpaceX)

LES ASTEROIDES

3- Trouver ou voir un astéroïde … C'est Où ?

Petit jeu des Questions/Réponses et Explications

OSIRIS-Rex sera la 11ème sonde à visiter un astéroïde ou une comète

Sonde LUCY : 16 octobre 2021
Sonde DART : 24 novembre 2021
Sonde PSYCHE : 13 octobre 2023

LES ASTEROIDES

3- Trouver ou voir un astéroïde … C'est Où ?

Petit jeu des Questions/Réponses et Explications

Question : Pourquoi les astéroïdes peuvent-ils nous être dangereux ?
Réponse : Dans leur très grande majorité … ils restent à leur place. Mais certains NON !
Explication : Aucun système n'est parfaitement stable ! Force de marée et collisions (rares) désorbitent les astéroïdes qui quittent leur emplacement et subissent ensuite d'autres influences gravitationnelles puis prennent d'autres orbites . Ceux qui croisent l'orbite de la terre sont appelés « géo-croiseurs ».

Question : Et ceux qui ne sont pas « géo-croiseurs », que deviennent-ils ?
Réponse: Ils sont également étudiés. Ils nous renseignent sur le système solaire primitif.
Explication : Géo-croiseurs est le terme employé pour ceux qui orbitent à proximité de notre terre, d'autres orbitent à proximité des planètes. On les nomment :

- Herméocroiseurs : croisent l'orbite de Mercure (343 connus dont 146 numérotés , *15-03-2020*)
- Cythérocroiseurs : croisent l'orbite de Vénus (4.473 connus dont 829 numérotés, *15-03-2020*)
- Aréocroiseurs : croisent l'orbite de Mars (18.596 connus dont 5 548 numérotés , *15-03-2020*)
- Zénocroiseurs : croisent l'orbite de Jupiter (5.635 connus et numérotés, *19-03-2020*)
- Kronocroiseurs : croisent l'orbite de Saturne (60 connus et numérotés, *15-03-2020*)
- Ouranocroiseurs : croisent l'orbite d'Uranus (113 connus et numérotés, *15-03-2020*)
- Poséidocroiseurs : croisent l'orbite de Neptune (150 connus et numérotés, *15-03-2020*)

LES ASTEROIDES

4- Comment classer les astéroïdes ? Quels critères ?

La classification spectrale des astéroïdes

C'est une méthode basée sur le spectre optique en mesurant la lumière réfléchie qui permet d'**évaluer la composition de l'astéroïde** (méthode développée en 1975 par Chapman, Morrison et Zellner). Couleur, albédo et spectre doivent donner la composition de leur surface.

Type	Origine du type	Abondance	Caractéristiques	Sous-types
C	« C » signifie **carboné**	75 % des astéroïdes connus	Ces astéroïdes sont très sombres (coefficient d'albédo autour de 0,03) et similaires aux météorites chondrites carbonées. Leur composition chimique est proche de celle du Système solaire primitif, sans les éléments légers et volatils comme les glaces. Leur spectre est plutôt bleu et plat.	Type B, type F, type G.
S	« S » signifie **silice**	17 % des astéroïdes connus	Ils sont assez brillants (albédo 0,10-0,22). Ils sont riches en métal : (fer, nickel et magnésium principalement). Leur spectre se situe vers le rouge, similaire à celui des météorites sidérolithes.	Type A, type K, type L, type Q, type R.
M	« M » signifie **métallique**	La plupart du reste des astéroïdes	Ils sont faits d'alliage fer-nickel et brillants (albédo 0,10-0,18).	

Au fur et à mesure des découvertes, des Sous-types ont été créés mais cette classification pose problème car le type spectral ne donne pas une garantie significative et absolue de la composition.

Ainsi, d'autres classifications ont été établies telles :
-La classification de Tholen (1984)
-La classification SMASS (*pour Small Main-Belt Asteroid Spectroscopic Survey*) en 2002

LES ASTEROIDES

4- Comment classer les astéroïdes ? Quels critères ?

Classification spectrale des astéroïdes (suite)

La classification de Tholen

Groupe	Sous-types	Caractéristiques
Groupe C = **carboné**	Type B, type F, type G, type C.	Objets composés principalement de carbone. Ceux de ce groupe qui ne sont pas classés comme types B, F ou G, sont classés comme étant de type C « standard ».
Groupe S = **silice**		Objets composés principalement de silice.
Groupe X	Type M, type E, type P.	Les types M sont métalliques, tandis que les types E en diffèrent par un albédo élevé et les types P par un albédo bas.
Classes mineures	Type A, type D, type T, type Q, type R, type V.	

La classification SMASS

Groupe	Sous-types	Caractéristiques
Groupe C = **carboné**	Type B, type C, Cg, Ch, Cgh et Cb.	•Objets faits de carbone. Le type B recoupe les types B et F de Tholen. •Comme pour Tholen, le type C est pour les carbonés « standards ». •Les types Cg, Ch et Cgh sont reliés au G de Tholen. •Le type Cb représente une transition entre le type B et le type C standard.
Groupe S = **silice**	Type A, type K, type L, type Q, type R, type S, Sa, Sq, Sr, Sk et Sl.	•Comme pour le groupe C, le type S est pour les silices « standards ». •Sa, Sq, Sr, Sk et Sl représentent chacun une transition entre le type donné et le type S standard.
Groupe X	Type X, Xe, Xc et Xk.	•Comme pour les groupes C et S, le type X est pour les métalliques « standards ». Ceci inclut les types M, E et P de Tholen. •Xe, Xc et Xk représentent chacun une transition entre le type donné et le type X standard.
Classes mineures	Type D, type Ld, type O, type T, type V.	

LES ASTEROIDES

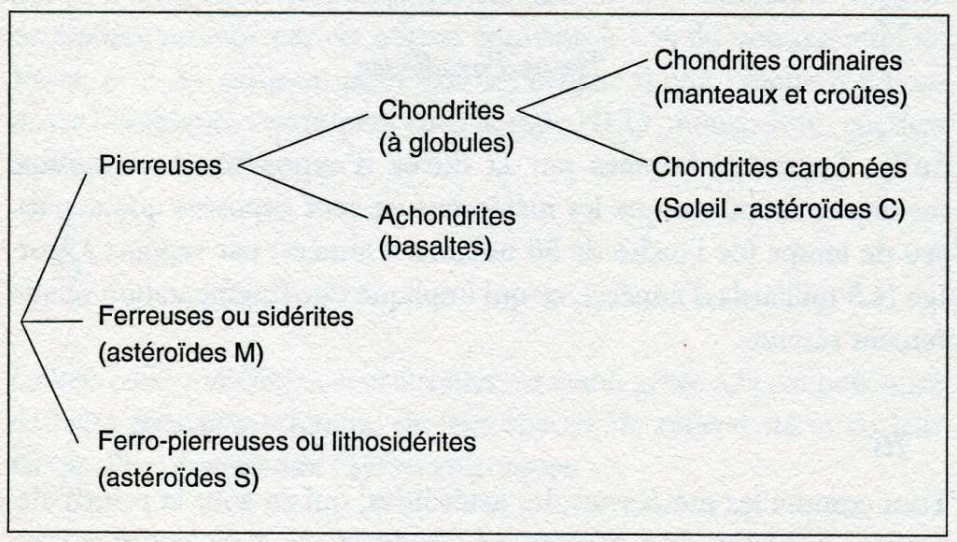
4- Comment classer les astéroïdes ? Quels critères ?

Classification spectrale des astéroïdes (suite)

Rapprochement avec les météorites

Les météorites ont longtemps été les seules sources d'informations sur la composition des astéroïdes.

Anecdote : Certaines civilisations ont même exploités des météorites ferreuses pour forger des outils ou des armes … (en égypte antique par exemple)



Nos futures découvertes « quasariennes » en micro météorites relèvent de la catégorie M pour métalliques …

Type	*Nombre de chutes* en %	*Nombre de trouvailles* en %	*Poids des chutes*	*Poids des trouvailles*
Pierreuses	95,0	79,8	15 200	8 300
Ferro-pierreuses	1,0	1,6	525	8 600
Ferreuses	4,0	18,6	27 000	435 000

Tableau de synthèse des trouvailles officielles réalisées entre 1740 et 1990 à l'exclusion de celles trouvées en Antartique (extrait de l'ouvrage de JP Luminet " LE FEU DU CIEL , météorites et astéroïdes tueurs" edition Le Cherche Midi)

LES ASTEROIDES

4- Comment classer les astéroïdes ? Quels critères ?

Classification des astéroïdes par leurs propriétés orbitales

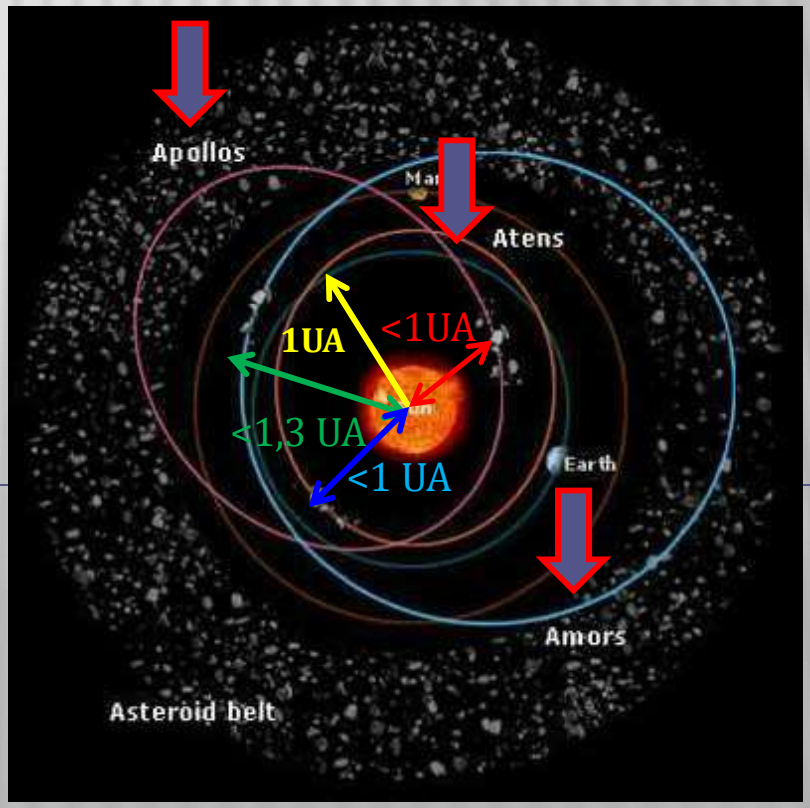
ATIRA ou Apohele: astéroïde dont l'orbite serait intégralement contenue dans l'orbite terrestre. En Octobre 2018 : 18 sont connus, 6 numérotés et un seul nommé (**163696 Atira**) et ce groupe serait estimé à 23 (au 14 Mars 2020)

Apollo-Amor-Aton: L'attraction de Jupiter interdit aux astéroïdes de se maintenir dans certaines zones, et certaines petites planètes, au voisinage des résonances induites par Jupiter, s'en écartent considérablement. Leurs orbites connaissent une évolution de type chaotique et leurs trajectoires peuvent alors couper celle de Mars, de la Terre, de Vénus ou de Mercure.

les **Apollos** : leur orbite est à l'extérieur de celle de la Terre, avec distance au périhélie inférieure à 1 UA

les **Amors** : leur orbite est à l'extérieur de celle de la Terre mais qui s'en approchent, leur distance au périhélie étant inférieure à 1.3 UA,

les **Atons** :Leur orbite est à l'intérieur de l'orbite terrestre, avec demi-grand axe inférieur à 1 UA.



Bon à savoir ! **Ce sont tous des géocroiseurs**

Depuis 2021 , leur nombre était de :

- **2.017** Atons (dont 237 numérotés et 13 nommés)
- **14.093** Apollos (dont 1.474 numérotés et 69 nommés)
- **9.300** Amors (dont 1.202 numérotés et 81 nommés)

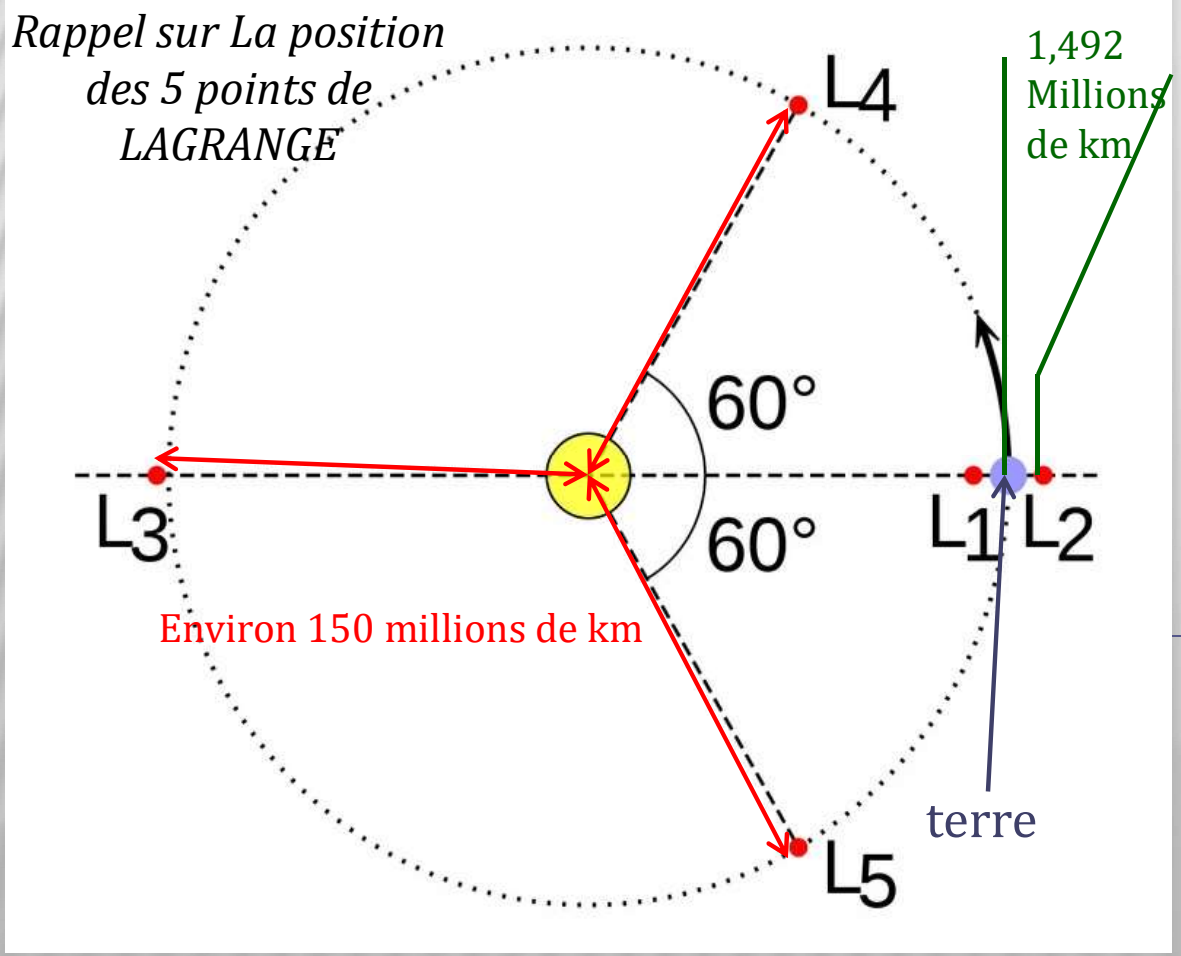
LES ASTEROIDES

4- Comment classer les astéroïdes ? Quels critères ?

Classification des astéroïdes par leurs propriétés orbitales (suite)

La plupart des objets connus évolue dans la ceinture principale (**Anneau Principal**)
Mais certains évoluent **Avant l'Anneau :**

-Les Mars-Crosser *s'approchent du soleil entre 1,30 et 1,66 UA et coupe l'orbite de Mars*
-Les Mars-Troyen *situés aux points de Lagrange L4 et L5 de Mars et à environ 1,520 UA du soleil*
-Les Hungaria *situés en résonnance 1:5 et 1:4 de Mars et à environ 1,78 à 2,06 UA du soleil*



Notes : En 2019 :

Les Mars-Crosser connus = 13.500

Les Mars-Troyen connus = 9

(avec 1 en L4 et 8 en L5)

Les Hungaria connus = 19.854

LES ASTEROIDES

4- Comment classer les astéroïdes ? Quels critères ?

Classification des astéroïdes par leurs propriétés orbitales (suite)

En dépassant l'**anneau principal** (ceinture jovo-martienne), on trouve les **troyens** (définition : qui se situent aux 2 points de LAGRANGE d'une planète).

Les **troyens** connus sont dans leur quasi-totalité sur l'orbite de Jupiter .

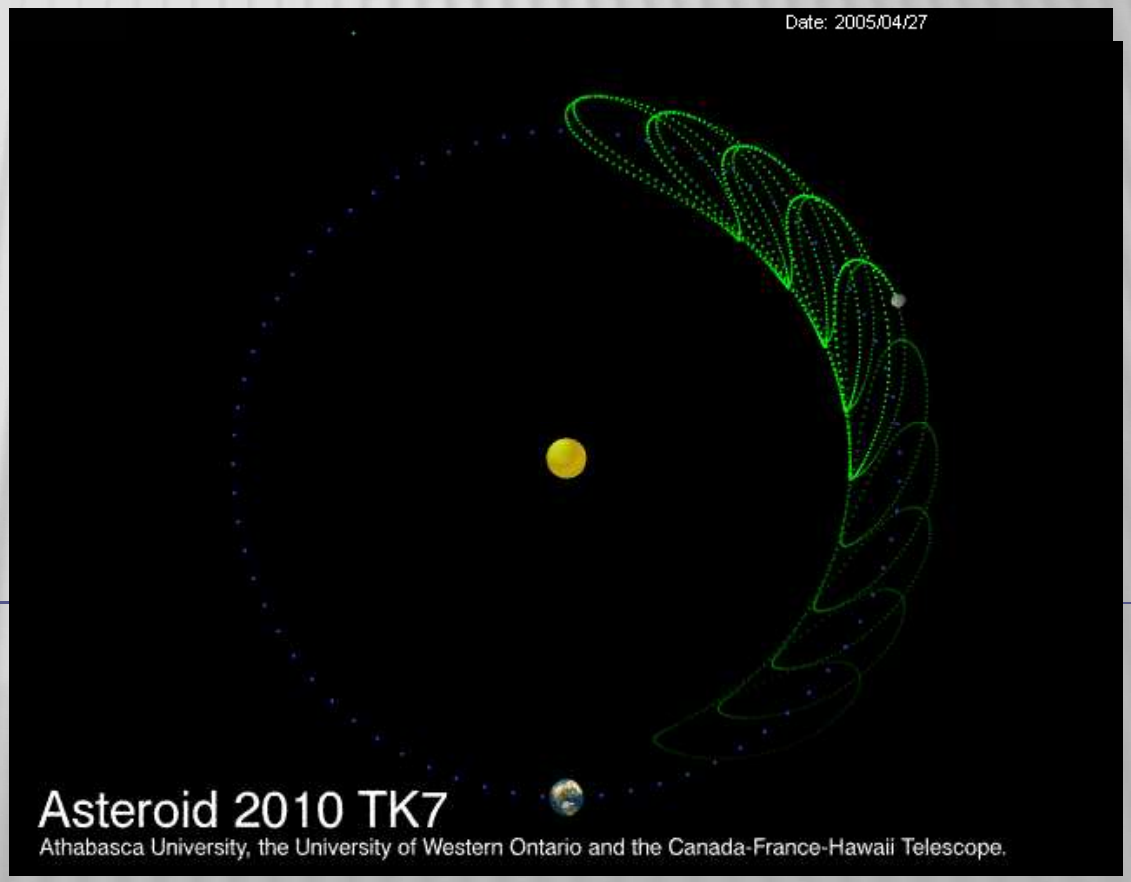
Toutefois, concernant les troyens :

-Mars en possèdent **neuf**,

-Neptune en possède **trente deux**,

-et la Terre **DEUX** (numéroté **2010 TK_7** découvert en 2010 par le télescope spatial WISE et **2020 XL_5** repéré par PAN-STARRS1 à Hawaï))

(614689) 2020 XL_5 est un astéroïde géo croiseur de moins d'un kilomètre actuellement troyen de la Terre. Dans un référentiel en rotation avec la Terre, la trajectoire de 2020 XL_5 oscille autour du point de Lagrange L_4 du système Soleil-Terre (60° en avant de la Terre sur son orbite). L'analyse de la stabilité de l'orbite troyenne de 2020 XL_5 suggère qu'il restera autour du point L4 pendant plusieurs milliers d'années, jusqu'à ce que les perturbations gravitationnelles de Vénus déstabilisent sa configuration troyenne.



LES ASTEROIDES

4- Comment classer les astéroïdes ? Quels critères ?

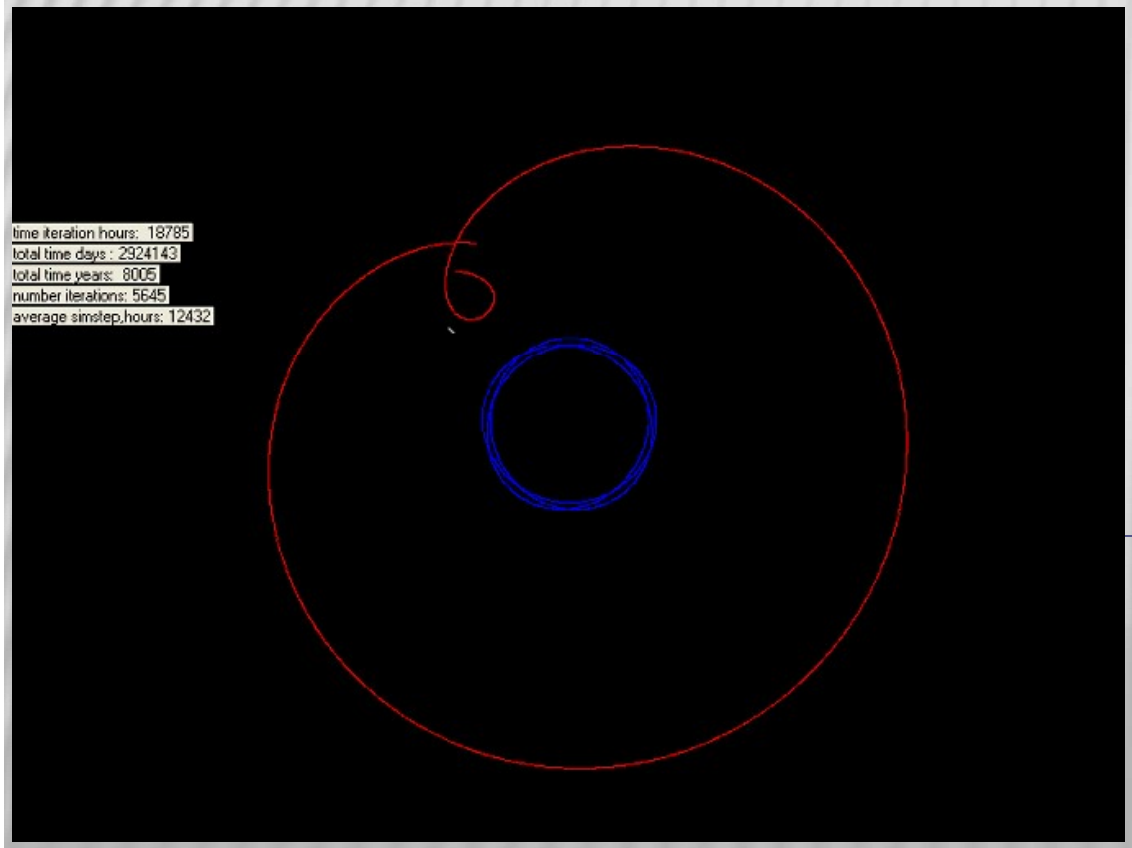
Classification des astéroïdes par leurs propriétés orbitales (suite)

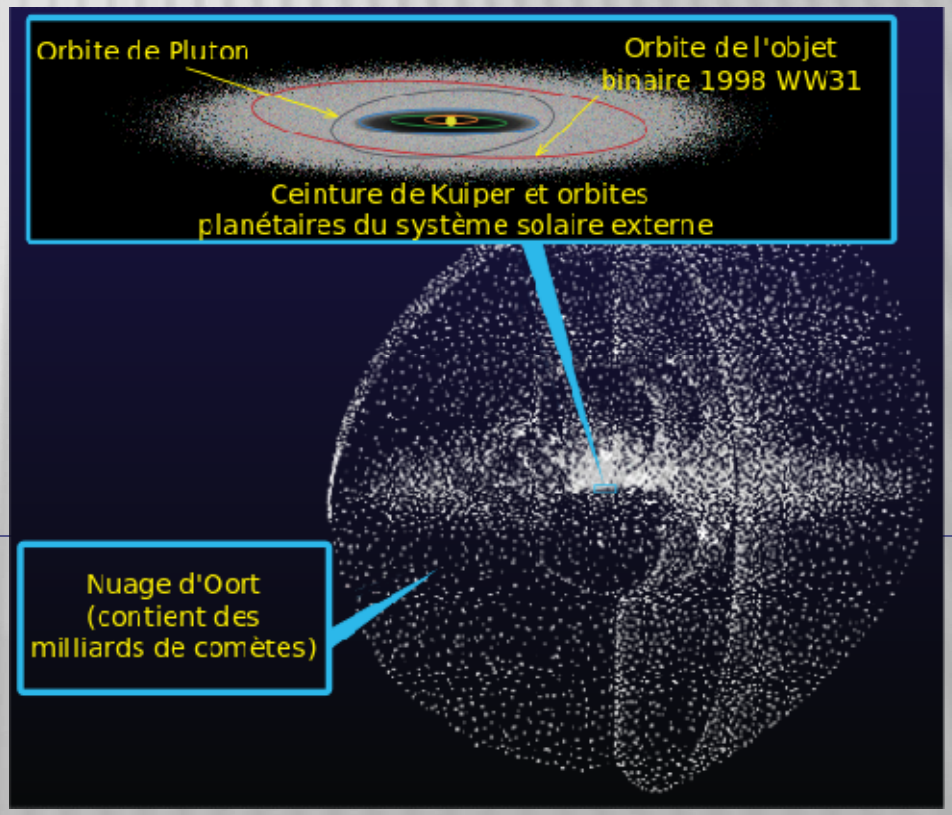
Et tous les autres … appelés **OTN** (**O**bjets **T**rans-**N**eptuniens)

Dans la ceinture de KUIPER et les nuages de HILLS et de OORT (containaire à comètes !)

Les objets épars et détachés (exemple : **Eris**, «gros objet» de près de 3000 km)

Et enfin les **Centaures** , astéroïdes naviguant autour du soleil entre les orbites des planètes géantes (exemple: la premier est **2060 Chiron** orbite instable liée à Jupiter et Saturne)





LES ASTEROIDES

5- Par Taranis , Et si le ciel nous tombait sur la tête !

(5370) Taranis est un astéroïde Amor découvert le 2 septembre 1986 par Alain Maury. Il a été ainsi baptisé en référence à Taranis, divinité de la mythologie celtique gauloise.

Introduction à l'échelle de TURIN

Le danger potentiel des géocroiseurs est connu depuis assez longtemps et l'échelle de Turin a été créée en 1995 par Richard Binzel (Massachussetts Institue of Technology) pour quantifier le degré de dangerosité des géocroiseurs.

Echelle graduée de **Zéro** à **Dix** avec une codification par couleur (pour nous faire **PEUR**)

Blanc, aucun risque (niveau 0)

Niveau 0 : le risque de collision est nul ou bien en deçà de la chance d'avoir un objet aléatoire de la même taille qui va heurter la terre au cours de ces prochaines décennies. Cette catégorie est attribuée à tout objet qui, dans le cadre d'une collision éventuelle, n'a aucune chance d'atteindre **intact** la surface de la Terre.

Vert, risque normal (niveau 1)

Niveau 1 : les risques de collision sont extrêmement improbables dans les décennies à venir.

LES ASTEROIDES

5- Par Taranis , Et si le ciel nous tombait sur la tête !

Introduction à l'échelle de TURIN (suite)

Jaune, objet à suivre (niveaux 2 à 4)

Niveau 2 : collision très improbable, mais trajectoire **proche** de la Terre. Demande l'attention des astronomes mais il n'y a pas de raison de prévenir le public. Des observations ultérieures doivent permettre de requalifier le risque au niveau 0.

Niveau 3 : trajectoire **rapprochée**, 1 % de possibilités de collision au maximum avec dégâts localisés. Des observations ultérieures doivent permettre de requalifier le risque au niveau 0. L'attention du public et des autorités est nécessaire, surtout si le risque de collision est inférieur à 10 ans.

Niveau 4 : Trajectoire **rapprochée**, plus de 1 % de possibilités de collision capable de dévastation régionale. Des observations ultérieures doivent permettre de requalifier le risque au niveau 0. L'attention du public et des autorités est nécessaire, surtout si le risque de collision est inférieur à 10 ans.

LES ASTEROIDES

5- Par Taranis , Et si le ciel nous tombait sur la tête !

Introduction à l'échelle de TURIN (suite)

Orange, objet dangereux (niveaux 5 à 7)

Niveau 5 : trajectoire **rapprochée**, ***menace considérable de collision*** entraînant la dévastation d'une région. Si la collision est prévue dans moins de 10 ans, des mesures gouvernementales doivent être envisagées.

Niveau 6 : trajectoire **rapprochée**, ***menace considérable de collision*** entraînant une destruction globale. Si la collision est prévue dans moins de 10 ans, des mesures gouvernementales doivent être envisagées.

Niveau 7 : trajectoire **rapprochée**, ***menace extrêmement considérable de collision*** entraînant une destruction globale. Pour un tel événement prévisible à moins de 100 ans, des mesures internationales doivent être planifiées, et notamment l'impérieuse nécessité de déterminer rapidement et avec certitude si oui ou non la collision aura lieu.

LES ASTEROIDES

5- Par Taranis , Et si le ciel nous tombait sur la tête !

Introduction à l'échelle de TURIN (suite)

Rouge, collision certaine (niveaux 8 à 10)

Niveau 8 : ***collision certaine*** capable de provoquer une destruction localisée. Un tel événement se produit tous les 50 à 1 000 ans en moyenne.

Niveau 9 : ***collision certaine*** avec destruction d'une région. Un tel événement se produit tous les 1 000 à 100 000 ans en moyenne.

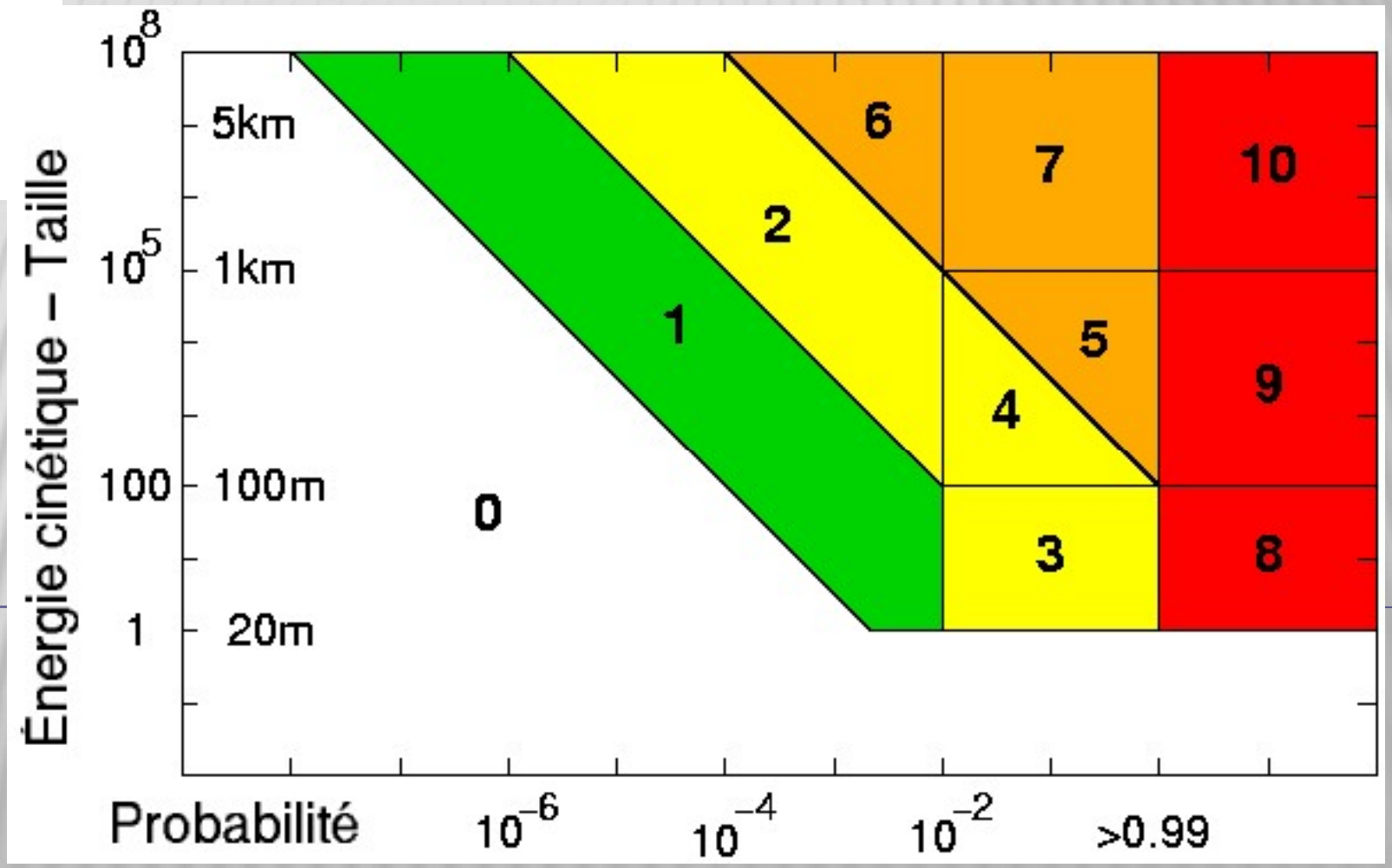
Niveau 10 : ***collision certaine*** entraînant une catastrophe climatique globale pouvant menacer l'avenir de l'humanité. Un tel événement se produit moins d'une fois tous les 100 000 ans en moyenne.

LES ASTEROIDES

5- Par Taranis , Et si le ciel nous tombait sur la tête !

Introduction à l'échelle de TURIN (suite)

L'indice sur l'échelle de Turin en fonction de l'énergie cinétique (en mégatonnes de TNT) et de la probabilité d'impact.



LES ASTEROIDES

5- Par Taranis , Et si le ciel nous tombait sur la tête !

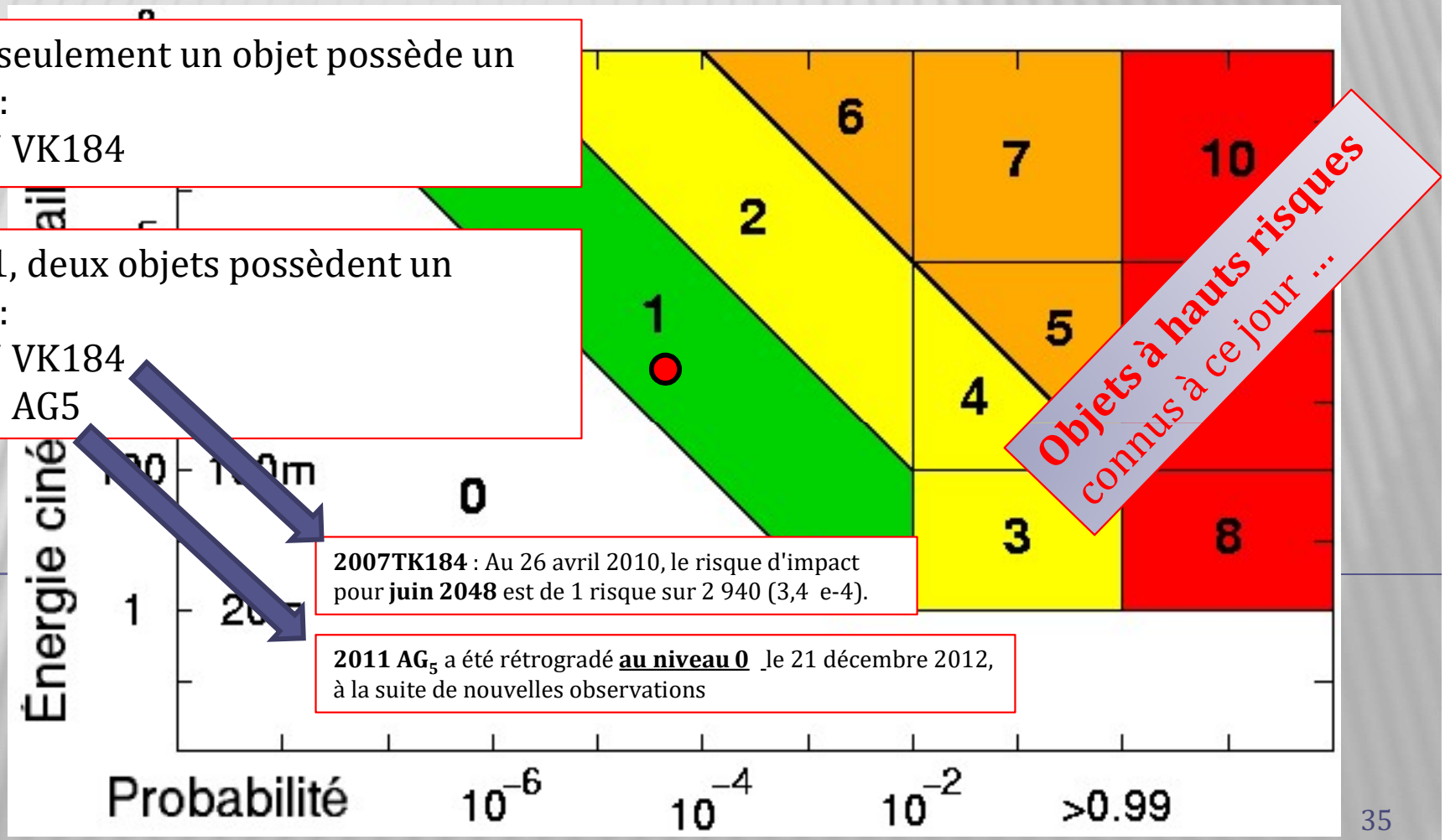
Introduction à l'échelle de TURIN (suite)

En décembre 2006, deux objets possèdent un niveau **non nul** :
Niveau 1 : (29075) 1950 DA
Niveau 1 : (417634) 2006 XG_1

L'énergie dégagée par la collision d'un objet de la taille de **1950 DA** (7538 MégaTonnes) aurait des effets majeurs sur le climat et la biosphère, avec des conséquences désastreuses pour l'humanité.

En juillet 2008, seulement un objet possède un niveau **non nul** :
Niveau 1 : 2007 VK184

En octobre 2011, deux objets possèdent un niveau **non nul** :
Niveau 1 : 2007 VK184
Niveau 1 : 2011 AG5



2007TK184 : Au 26 avril 2010, le risque d'impact pour **juin 2048** est de 1 risque sur 2 940 (3,4 e-4).

2011 AG_5 a été rétrogradé **au niveau 0** le 21 décembre 2012, à la suite de nouvelles observations

LES ASTEROIDES

5- Par Taranis , Et si le ciel nous tombait sur la tête !

Géocroiseurs : Que doit-on craindre en 2024 ?

Nom	Date et heure (heure de Paris)	Distance minimale de la Terre	Distance en équivalent Terre-Lune	Vitesse d'approche	Taille
(2023 XD)	07/12/2023 02:01	733 401 km	1.9 fois	9.9 km/s	11 à 24 m
(2023 XS10)	07/12/2023 07:43	1 135 493 km	3 fois	12.7 km/s	20 à 42 m
(2023 XY)	07/12/2023 18:41	5 509 245 km	14.3 fois	8.3 km/s	15 à 32 m
(2023 XH)	07/12/2023 23:28	1 523 679 km	4 fois	6.2 km/s	12 à 26 m
(2023 XE2)	08/12/2023 07:37	5 074 642 km	13.2 fois	5.9 km/s	14 à 29 m
(2023 VF12)	08/12/2023 08:39	4 959 680 km	12.9 fois	4.1 km/s	17 à 36 m
(2023 XQ10)	08/12/2023 17:46	222 678 km	0.6 fois	10.6 km/s	16 à 33 m
(2023 XU5)	08/12/2023 18:36	370 797 km	1 fois	8.6 km/s	10 à 21 m
(2023 XD3)	08/12/2023 19:45	794 436 km	2.1 fois	5.2 km/s	11 à 22 m
(2023 WG)	08/12/2023 20:04	6 724 778 km	17.5 fois	6.6 km/s	25 à 55 m
(2023 XR)	08/12/2023 22:41	5 373 832 km	14 fois	15.6 km/s	19 à 41 m
(2023 XS3)	09/12/2023 04:49	4 554 919 km	11.8 fois	6.2 km/s	17 à 36 m
(2023 XW2)	09/12/2023 15:08	2 491 771 km	6.5 fois	9.6 km/s	10 à 21 m
(2023 XP2)	10/12/2023 06:05	2 238 901 km	5.8 fois	10.3 km/s	14 à 31 m
(2023 WH)	10/12/2023 07:36	4 547 359 km	11.8 fois	8.9 km/s	29 à 64 m

LES ASTEROIDES

5- Par Taranis , Et si le ciel nous tombait sur la tête !

Géocroiseurs : Que doit-on craindre en 2024 ?

Nom	Date et heure (heure de Paris)	Distance minimale de la Terre	Distance en équivalent Terre-Lune	Vitesse d'approche	Taille
341843 (2008 EV5)	20/12/2023 07:52	6 321 247 km	16.4 fois	5.3 km/s	**258 à 575 m**
(2018 YJ2)	21/12/2023 11:59	7 027 906 km	18.3 fois	13.1 km/s	**116 à 258 m**
(2023 VD6)	23/12/2023 02:26	4 067 656 km	10.6 fois	15.5 km/s	**120 à 266 m**
(2002 AY1)	08/01/2024 19:11	5 803 047 km	15.1 fois	17.3 km/s	**173 à 385 m**
(2008 OS7)	02/02/2024 15:41	2 854 108 km	7.4 fois	18.2 km/s	**214 à 476 m**
(2019 CC5)	04/02/2024 08:10	7 336 308 km	19.1 fois	15 km/s	**105 à 233 m**
(2023 SP1)	07/02/2024 01:07	5 483 373 km	14.3 fois	11.8 km/s	**192 à 428 m**
(2020 BP13)	09/04/2024 03:32	5 813 612 km	15.1 fois	6.8 km/s	**153 à 342 m**
517681 (2015 DE198)	15/04/2024 15:08	7 029 317 km	18.3 fois	14.2 km/s	**440 à 981 m**
439437 (2013 NK4)	15/04/2024 15:50	3 256 689 km	8.5 fois	16.5 km/s	**456 à 1018 m**
415029 (2011 UL21)	27/06/2024 21:16	6 641 184 km	17.3 fois	25.9 km/s	**1693 à 3784 m**

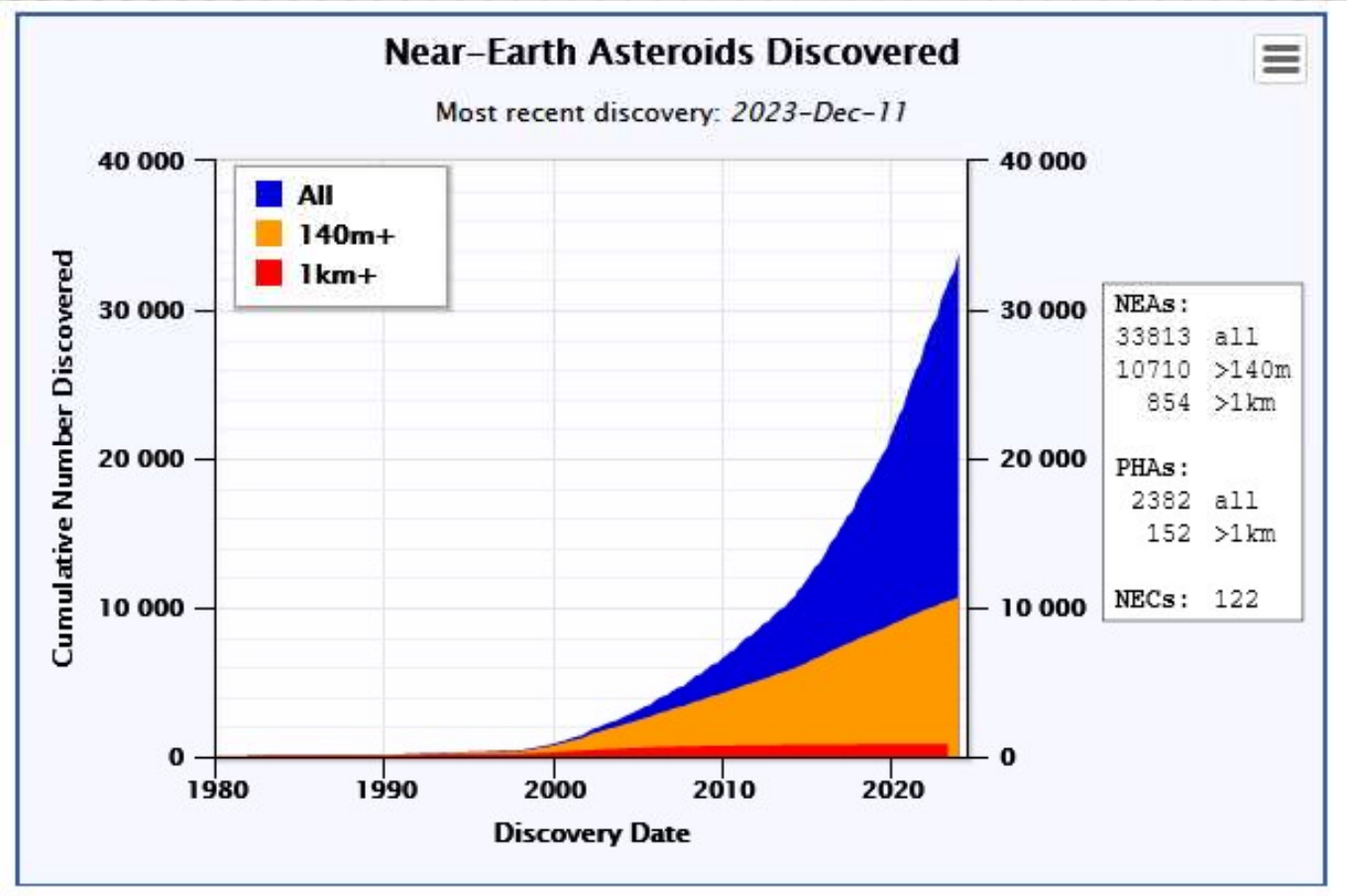
LES ASTEROIDES

6- Les moyens de surveillance et de détection actuels

La communauté internationale a pris conscience du danger que représentent certains astéroïdes.

Ci-dessous, quelques actions prises pour une meilleure connaissance des dangers :

1 – Un programme international de surveillance nommé Spaceguard Survey (recensement de surveillance spatiale) a été mis en place en 1998 à l'initiative des États-Unis.
Son objectif : détecter la quasi-totalité des géo croiseurs de taille supérieure à un kilomètre.
On estime leur nombre à environ un millier.



Quelques chiffres du ***CNEOS****

En **ROUGE**= 854 « objets » de plus de 1 km recensés au 18 avril 2023

En **ORANGE** = 10.710 objets recensés de plus de 140 m au 10 décembre 2023

En **BLEU** = **33.813** « objets » Recensés toutes tailles confondues

CNEOS* :
Center for **Near Earth Object** Studies

LES ASTEROIDES

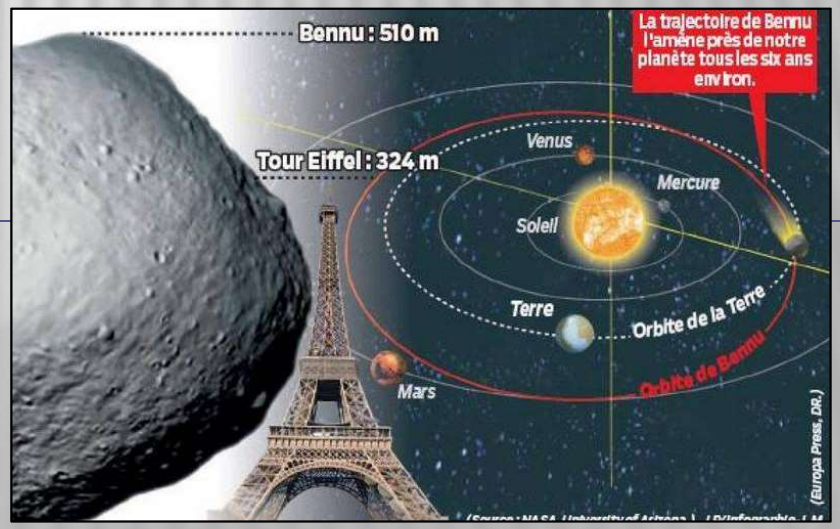
6- Les moyens de surveillance et de détection actuels

2- Le Centre des Planètes Mineures (Minor Planet Center, 1947) dépendant de l'**UAI** (l'**U**nion **A**stronomique **I**nternationale) , collecte les données observationnelles (professionnelles et amateurs) , identifie les objets (désignation et nommage) , calcule les orbites et enfin, publie les résultats.

3- des programmes de lancement de satellites d'observations pour « traquer » les petits objets célestes

- **WISE** (**W**ide-Field **I**nfrared **S**urvey **E**xporer) pour trouver les astéroïdes

- **OSIRIS REX** : atteindre l'astéroïde **Bennu** pour son étude et ramener des échantillons (horizon 2023)



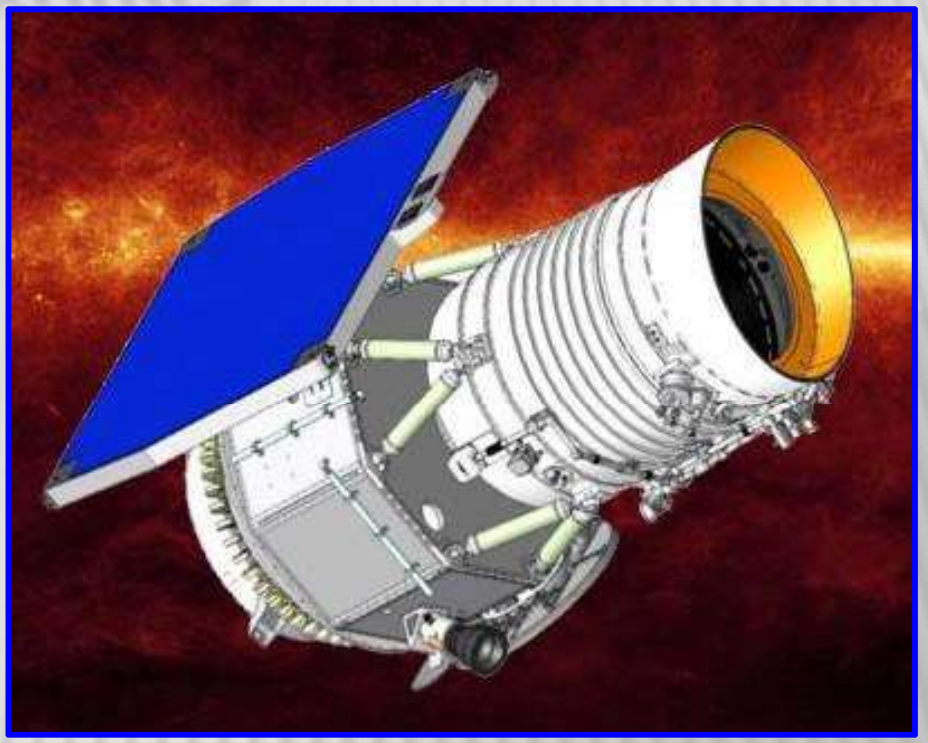
LES ASTEROIDES

6- Les moyens de détection actuels

W.I.S.E

En surveillant les parages de la Terre dans l'infrarouge, le **télescope spatial Wise** a repéré plusieurs objets inconnus et potentiellement dangereux : des astéroïdes sombres. Rien d'inquiétant, il est normal que l'amélioration des moyens de détection amène à découvrir de nouveaux objets...

Lancé le 14 décembre 2009 et en service depuis la mi-janvier 2010, **Wise** (*Wide-Field Infrared Survey Explorer*), le nouveau télescope de la Nasa, réalise une cartographie complète du ciel en infrarouge, depuis les petits objets du Système solaire jusqu'aux galaxies lointaines.

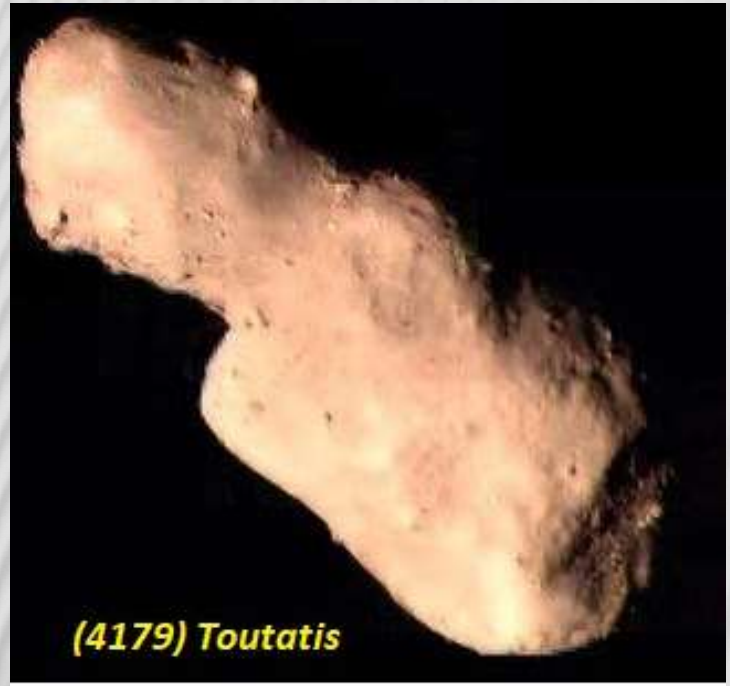


Ici, **2010 AB_{78}** le premier astéroïde découvert par le télescope spatial Wise de la Nasa (point rouge).

Crédits Nasa/JPL-Caltech/Ucla

LES ASTEROIDES

7- Petite galerie de portraits

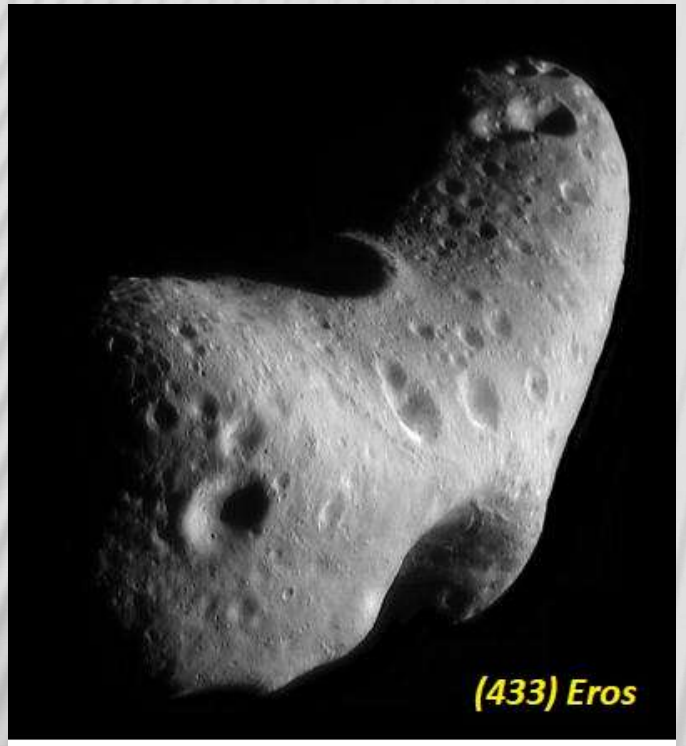


Photographié de près par la sonde spatiale chinoise Chang'e 2 en Décembre 2012
Astéroïde Apollo de type S
Dimensions 4,5×2,4×1,9 km
Découvert en 1989 par Christian POLLAS

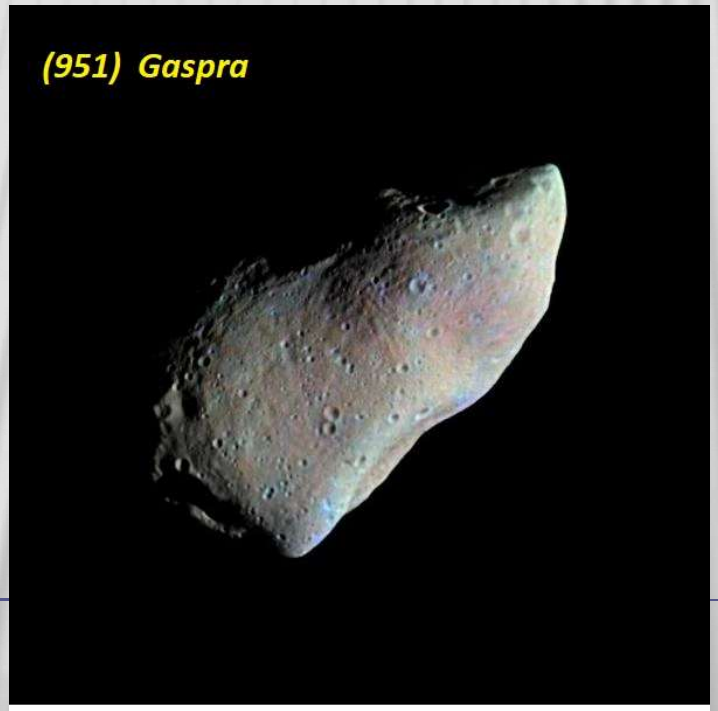
Photographié en Aout 1993 par la sonde Galiléo
Dimensions 56×24×21 km
Astéroïde de la ceinture principale et qui a la particularité de posséder une lune astéroïdale DACTYLE
Découvert le 29 Septembre 1884 par l'astronome Johann PALISA

LES ASTEROIDES

7- Petite galerie de portraits



Photographié en Février 2000 par la sonde NEAR Shoemaker
Dimensions 33 × 13 × 13 km
Astéroïde Amor de type S
Découvert le 13 Aout 1898 par Auguste CHARLOIS et Carl Gustave WITT



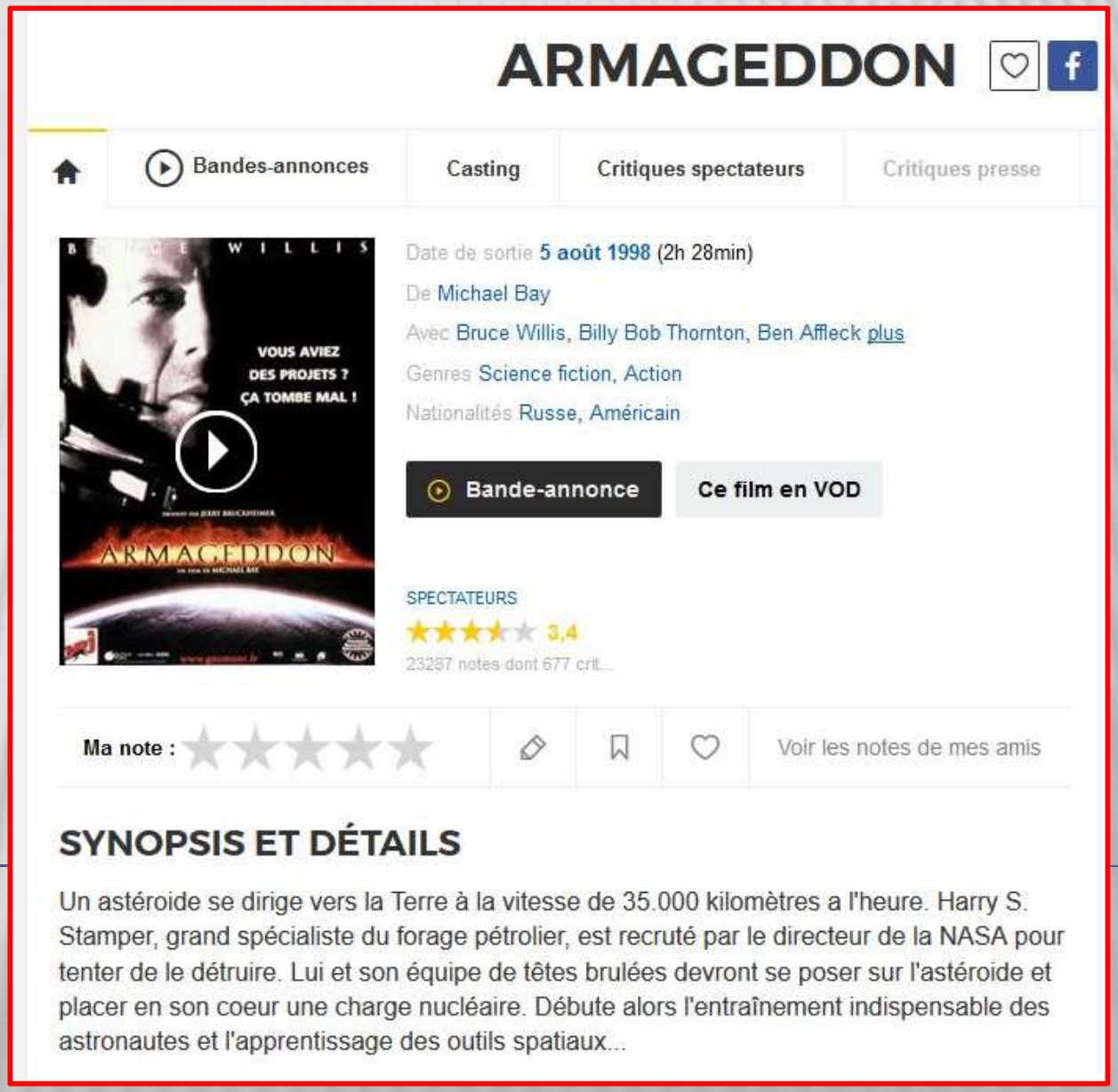
Dimensions 19×12×11 km
Astéroïde de type S de la bordure interne de la ceinture principale
Découvert en 1916 par l'astronome russe Grigori Néouimine

Animation de (66391) 1999 KW_4 et de son satellite, un astéroïde herméocroiseur.

LES ASTEROIDES

8- Astéroïdes et cinématographie

1953 Film LE METEORE DE LA NUIT
1960 Film DANGER PLANETAIRE
1979 Film METEOR
1993 Film THE METEOR MAN
1997 Film ASTEROID
1997 Film FALLING FIRE
1997 Film LA METEORITE DU SIECLE
1998 Film ARMAGEDDON
1998 Film DEEP IMPACT
1998 Film METEORITES
1999 Film JUGMENT DAY
2001 Film LE CHOC DES MONDES DVD
2004 Film IMPACT FINAL
2008 Film TOTALE ECLIPSE
2008 Film TRES DIAS
2010 Film METEOR APOCALIPSE VOD
2010 Film TEMPETE DE METEORITES
2013 Film ALERTE COLLISION
2015 Film ASTEROID IMPACT



LES ASTEROIDES

8- Astéroïdes et cinématographie

1953 Film LE METEORE DE LA NUIT
1960 Film DANGER PLANETAIRE
1979 Film METEOR
1993 Film THE METEOR MAN
1997 Film ASTEROID
1997 Film FALLING FIRE
1997 Film LA METEORITE DU SIECLE
1998 Film ARMAGEDDON
1998 Film DEEP IMPACT
1998 Film METEORITES
1999 Film JUGMENT DAY
2001 Film LE CHOC DES MONDES DVD
2004 Film IMPACT FINAL
2008 Film TOTALE ECLIPSE
2008 Film TRES DIAS
2010 Film METEOR APOCALIPSE VOD
2010 Film TEMPETE DE METEORITES
2013 Film ALERTE COLLISION
2015 Film ASTEROID IMPACT

DEEP IMPACT

Bandes-annonces | Casting | Critiques spectateurs | Critiques presse

Date de sortie 27 mai 1998 (2h 01min)
De Mimi Leder
Avec Vanessa Redgrave, Maximilian Schell, Morgan Freeman plus
Genres Science fiction, Action
Nationalité Américain

Bande-annonce | Ce film en VOD

SPECTATEURS
2,3
3638 notes dont 218 criti...

Ma note : | Voir les notes de mes amis

SYNOPSIS ET DÉTAILS

Leo Biderman, quatorze ans, s'inscrit au club d'astronomie de son lycée. Il prend une photo du ciel étoilé à travers son téléscope et découvre une comète qui se dirige vers la Terre. Prévenu, le président des Etats-Unis fait appel à un ancien astronaute, Spurgeon Tanner, qui est chargé de diriger une mission internationale à bord du vaisseau expérimental "Messiah". Ils doivent se poser sur la comète et tenter, par des charges nucléaires, de la dévier de sa trajectoire. Sur Terre, le cataclysme imminent suscite les réactions les plus extrêmes.

LES ASTEROIDES

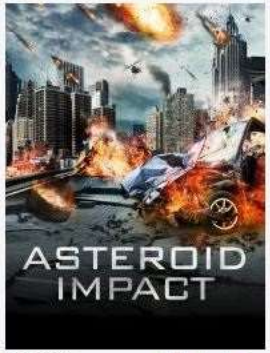
8- Astéroïdes et cinématographie

1953 Film LE METEORE DE LA NUIT
1960 Film DANGER PLANETAIRE
1979 Film METEOR
1993 Film THE METEOR MAN
1997 Film ASTEROID
1997 Film FALLING FIRE
1997 Film LA METEORITE DU SIECLE
1998 Film ARMAGEDDON
1998 Film DEEP IMPACT
1998 Film METEORITES
1999 Film JUGMENT DAY
2001 Film LE CHOC DES MONDES DVD
2004 Film IMPACT FINAL
2008 Film TOTALE ECLIPSE
2008 Film TRES DIAS
2010 Film METEOR APOCALIPSE VOD
2010 Film TEMPETE DE METEORITES
2013 Film ALERTE COLLISION
2015 Film ASTEROID IMPACT

Asteroid Impact

J'AIME:

ENVIE DE LE VOIR



Asteroid Impact

UTILISATEURS (1.5 pour 8 notes)

REALISATION: Jason Bourque
ANNEE: Film 2015
PAYS: Canada
DUREE: 1h 26min
ACTEURS: Mark Lutz, Anna Van Hooft, Emilie Ullerup

MA NOTE
JE SUIS FAN
AJOUTER À MES FILMS
ECRIRE MON AVIS/CRITIQUE
RECOMMANDER À MES AMIS

BANDE ANNON

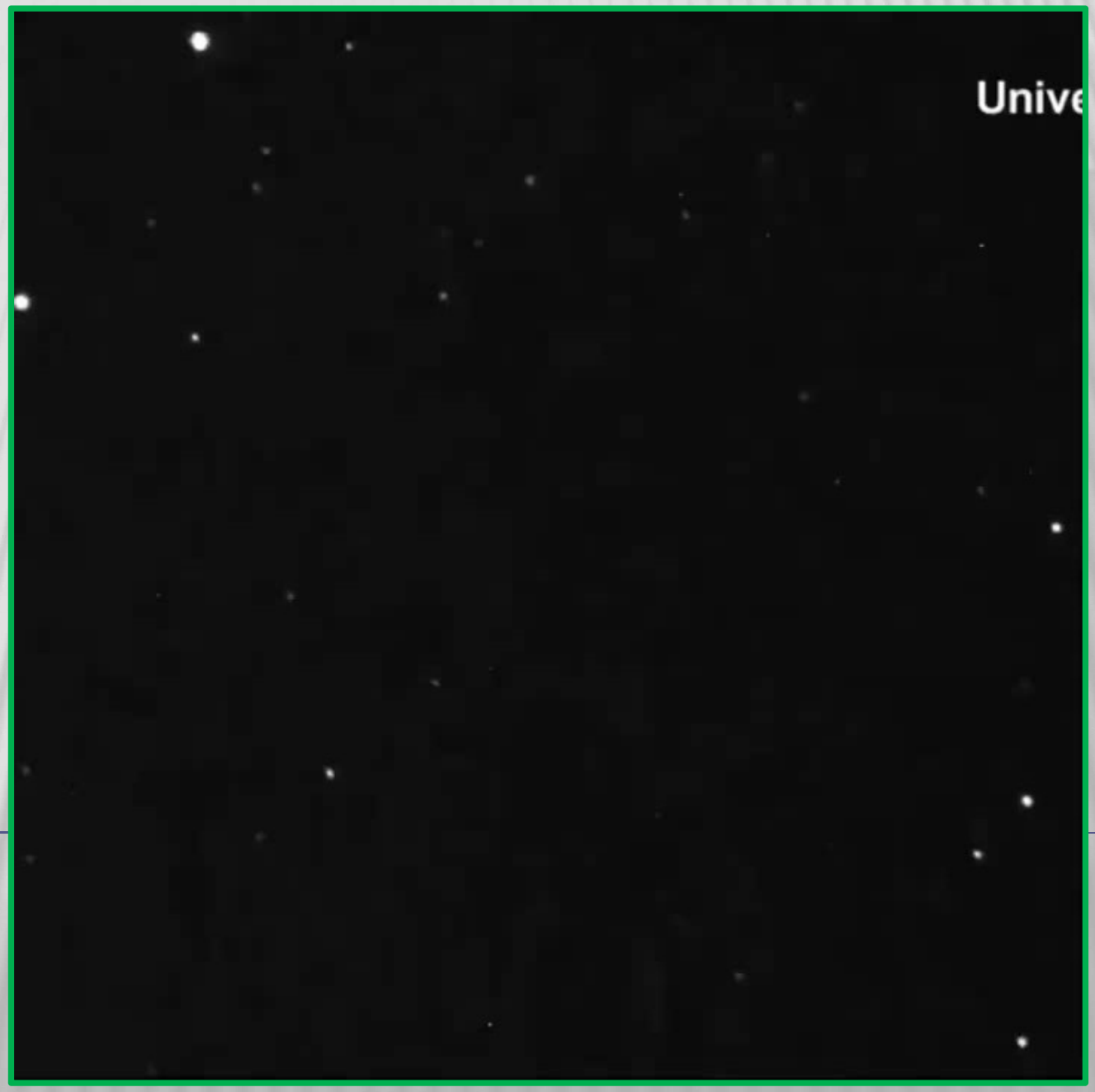
SYNOPSIS DU FILM ASTEROID IMPACT

Steve Thomas est un scientifique de renom dont l'image a récemment était écorchée. Alors qu'une pluie d'astéroïdes se déverse sur la planète, il découvre qu'une menace bien plus grande nous attend : un astéroïde d'une taille astronomique qui détruirait la planète Terre toute entière. Il va tout faire pour prévenir les autorités et tenter de sauver l'humanité.

LES ASTEROIDES

8- Astéroïdes et cinématographie

Une vraie vidéo pour conclure …

Le rendez-vous du
12 octobre 2018
avec « 2012 TC4 »

F
I
N