



© VERA KUNODI 2013

© Véra Kunodi, 2013

Jean-Louis FELLOUS

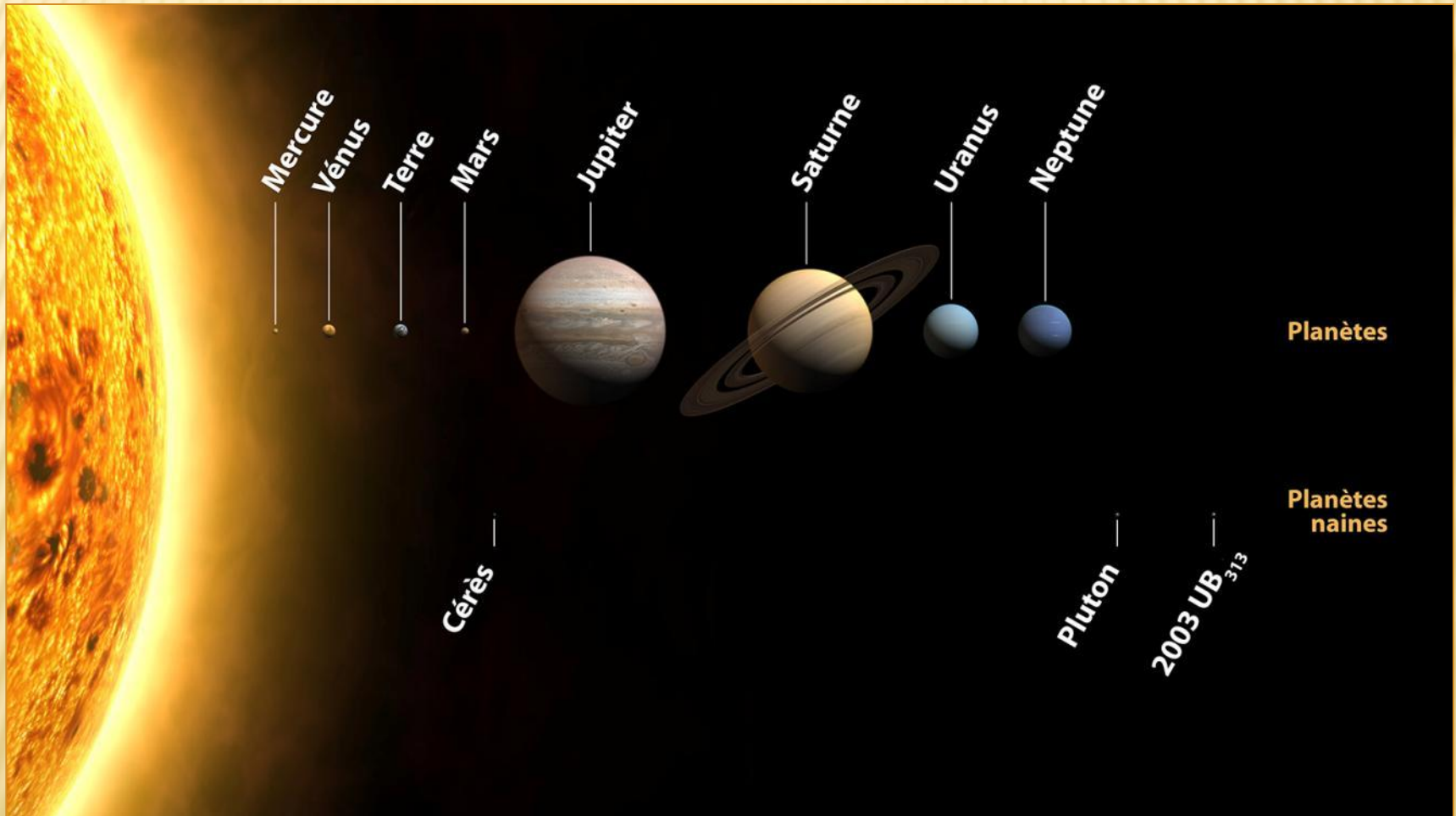
Directeur Exécutif du COSPAR

L'EXPLORATION SPATIALE ET PLANÉTAIRE

AU CARREFOUR DE LA SCIENCE ET DE LA POLITIQUE

(d'après un livre coécrit avec Arlène Ammar-Israël)

LE SYSTÈME SOLAIRE



L'espace au cœur de la guerre froide
L'installation durable dans la banlieue de la Terre
Nouveaux enjeux, nouveaux acteurs

LES GRANDES ÉTAPES DE LA CONQUÊTE SPATIALE

L'ESPACE AU CŒUR DE LA GUERRE FROIDE

- ✘ 4 octobre 1957 : l'URSS lance Spoutnik-1 (83 kg)
- ✘ 3 novembre 1957 : Spoutnik-2 (500 kg) emporte la chienne Laïka
- ✘ 31 janvier 1958 : les USA lancent Explorer-1 (14 kg), surnommé « Pamplemousse »
- ✘ 1958 : le Conseil international pour la science crée le COSPAR



DEUX MOTS SUR LE COSPAR

- ✘ Un comité scientifique international destiné à permettre un dialogue scientifique entre Soviétiques et Américains
- ✘ Le COSPAR rassemble 46 pays membres. Plus de 8000 chercheurs du monde entier participent à ses activités : assemblée biennale, symposium, colloques, ateliers de formation, publications



Giovanni Bignami
Président du COSPAR



YOURI GAGARIN, 12 AVRIL 1961, EFFECTUE UN VOL DE 108 MN EN ORBITE AUTOUR DE LA TERRE

ALAN SHEPARD, 5 MAI 1961, ACCOMPLIT UN VOL SUBORBITAL DE 15 MN (3 EN MICROPESANTEUR)



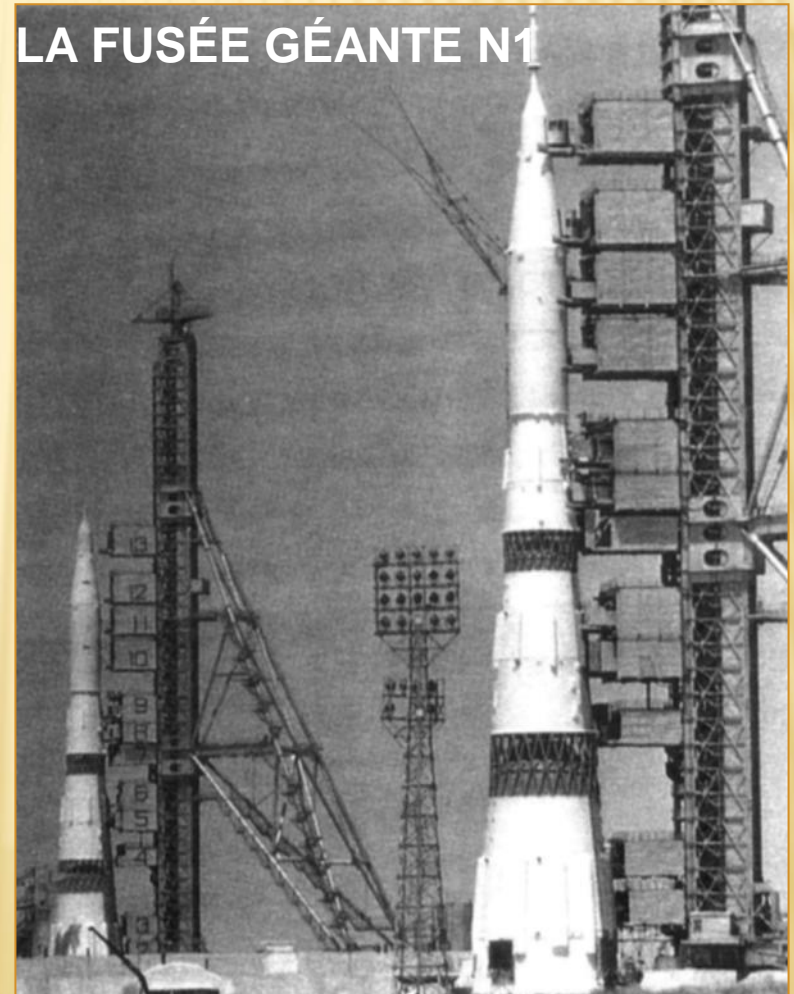
LES PREMIERS VOLS HUMAINS

KENNEDY LANCE LA COURSE À LA LUNE

- ✘ *« Nous choisissons d'aller sur la Lune dans cette décennie et faire d'autres choses encore, non parce que c'est facile, mais bien parce que c'est difficile, parce que ce but servira à organiser et mesurer le meilleur de nos énergies et de nos savoir-faire, parce que c'est un défi que nous sommes prêts à relever, que nous ne voulons pas remettre à plus tard, et que nous avons l'intention de gagner, et les autres aussi. » (12 septembre 1962)*

LES DÉBUTS DE LA COURSE À LA LUNE

- ✘ La compétition a d'abord tourné à l'avantage de l'URSS:
 - + Luna-3 a révélé dès 1959 la face cachée de la Lune
 - + De 1970 à 1976, les sondes soviétiques ont ramené des échantillons de sol, en partie remis aux chercheurs français
 - + Lunakhod 1 et 2 ont déposé des réflecteurs laser français
- ✘ Mais le programme lunaire habité russe a tourné court, par suite de l'échec du lanceur lourd N1 : 4 tirs, 4 échecs entre 1969 et 1972



APOLLO 11 : UN PETIT PAS POUR UN HOMME, UN BOND DE GÉANT POUR L'HUMANITÉ...



L'empreinte de Neil Armstrong
19 juillet 1969



Buzz Aldrin dépose des
instruments sur le sol lunaire

LES USA ONT PRIS LE DESSUS, MAIS APOLLO EST RESTÉ SANS SUITE



**UNE TROCTOLITHE, PIERRE DE LUNE
RAPPORTÉE PAR LES ASTRONAUTES
D'APOLLO-16**

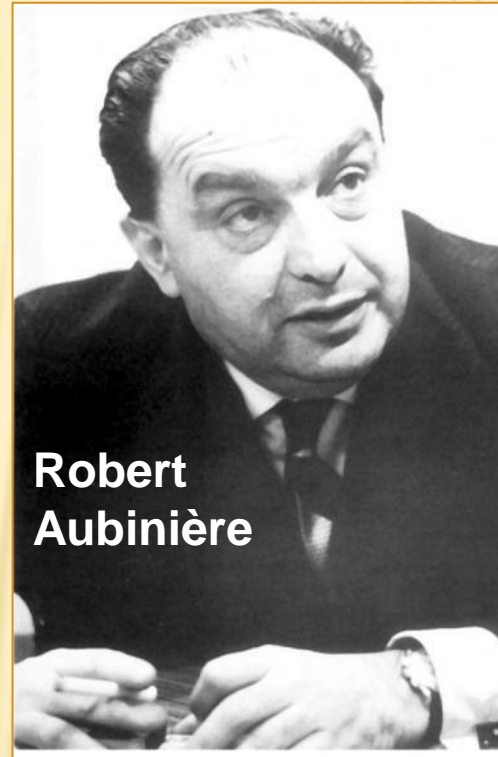
- ✘ Six équipages américains ont marché sur la Lune
- ✘ Apollo-17, dernier vol effectué, emportait un géologue qui récolta 100 kg de roches, de loin les plus intéressantes
- ✘ Mais l'effort américain (jusqu'à 4% du budget fédéral) fut interrompu, les trois derniers vols Apollo annulés par Nixon, en raison des dépenses immenses liées à la guerre du Vietnam
- ✘ G.W. Bush voulait relancer la course à la Lune, Obama y a renoncé.

APOLLO-SOYUZ (17 JUILLET 1975) : UNE POIGNÉE DE MAINS HISTORIQUE

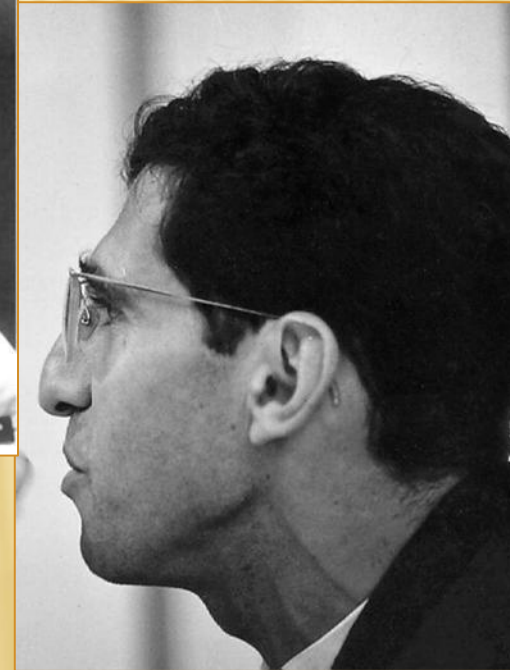


L'ESPACE N'EST PAS LONGTEMPS RESTÉ LE DOMAINE RÉSERVÉ DE L'URSS ET DES USA

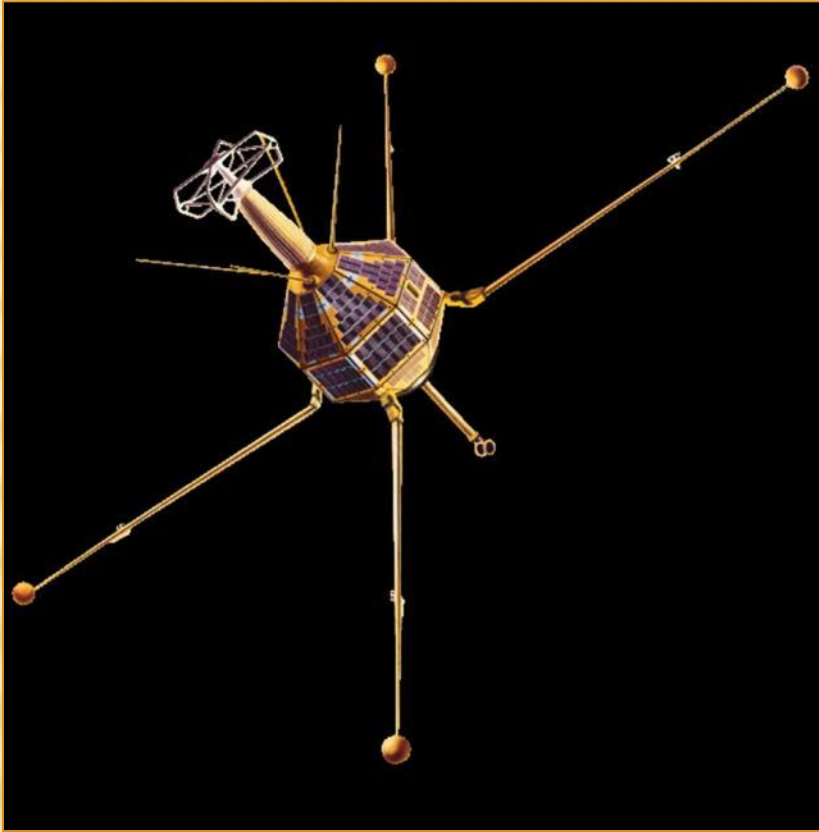
- ✘ 19 décembre 1961 : le Général de Gaulle crée le CNES



Jacques-Emile Blamont



LE CNES À L'ÉCOLE DE LA NASA: FR-1 (1965) & FR-2/EOLE (1971)



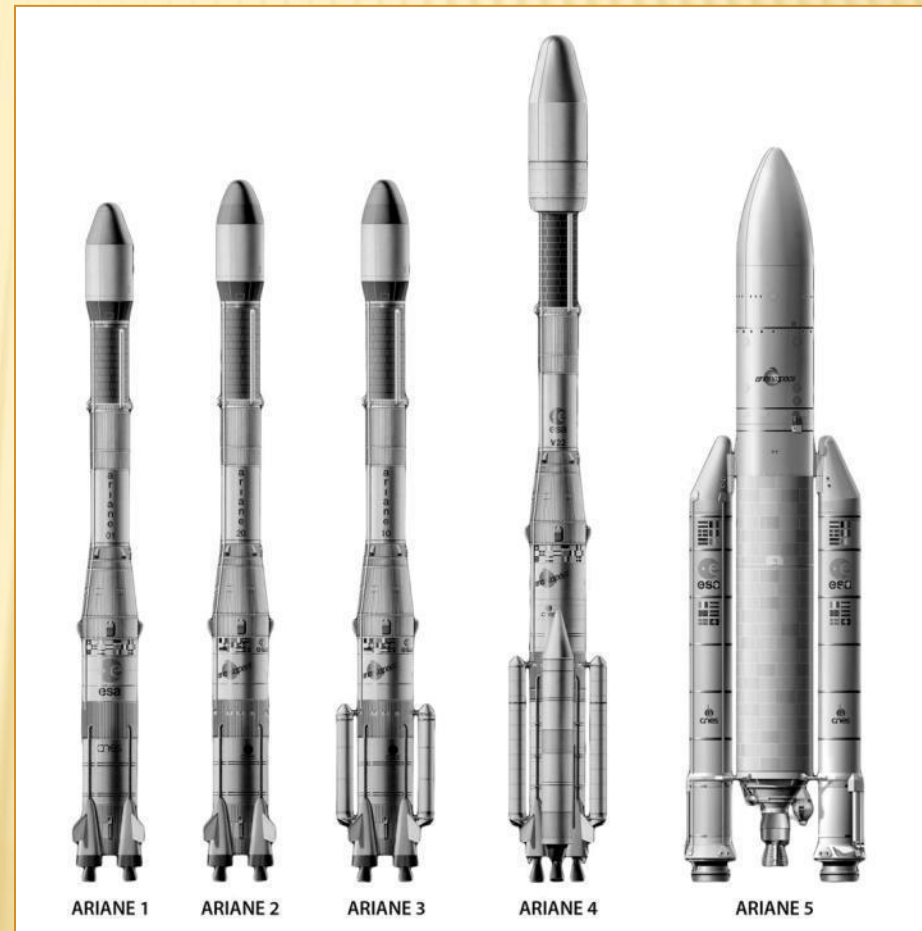
L'ACCORD FRANCO-SOVIÉTIQUE DE 1966



LE CNES, PARTENAIRE PRIVILÉGIÉ DES USA ET DE L'URSS

ET ENFIN, L'EUROPE SPATIALE

- ✘ L'Europe a connu des débuts plus ou moins malheureux avec l'ELDO et l'ESRO
- ✘ L'ESA (European Space Agency) est enfin créée en mai 1975, dans la foulée de l'adoption du programme français de lanceur LIIS, qui deviendra Ariane



L'INSTALLATION DURABLE DANS LA BANLIEUE TERRESTRE

- ✘ Premières stations habitées
 - + De Saliout-1 (1971) à Saliout-7 (1982-91) : 35 équipages sur des durées allant jusqu'à 237 jours
 - + Apollo-Soyouz, une mini-station internationale
 - + Skylab (1973-79) : 3 équipages sur des durées allant jusqu'à 84 jours



DISCOVERY SUR SON PAS DE TIR



STS-133 : DERNIER ATERRISSAGE POUR DISCOVERY, LE 10 MARS 2011



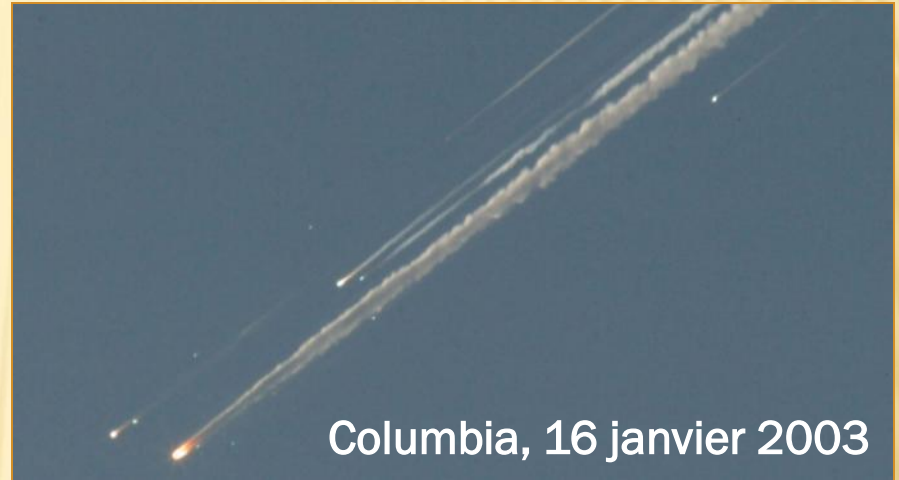
APRÈS APOLLO, NIXON DÉCIDE EN 1972
DE LANCER UNE NAVETTE SPATIALE

UNE CARRIÈRE MARQUÉE PAR DEUX ACCIDENTS DÉSASTREUX ET DES COÛTS PROHIBITIFS...

Challenger, 28 janvier 1986



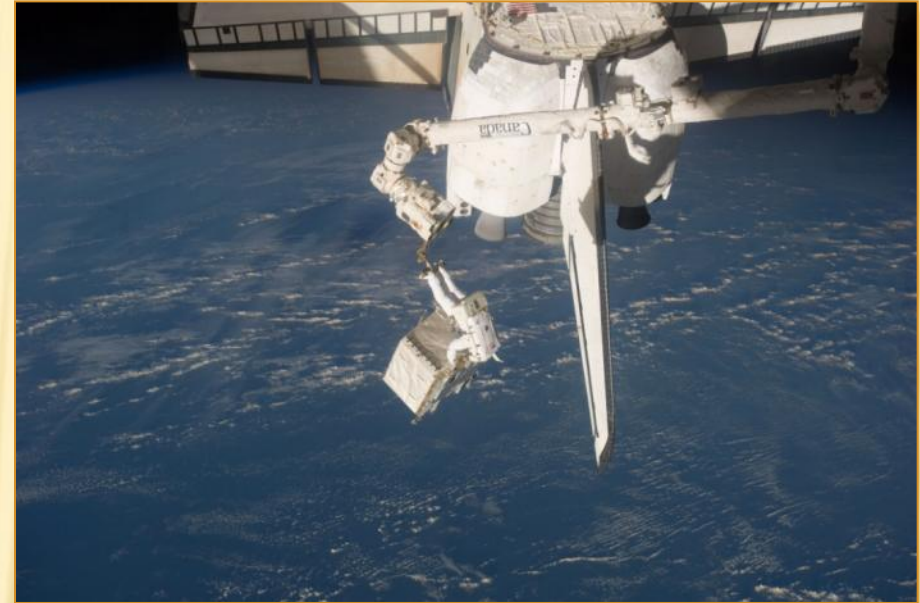
Columbia, 16 janvier 2003



RÉPARATION DU TÉLESCOPE SPATIAL HUBBLE - VOL STS-61, DÉCEMBRE 1993



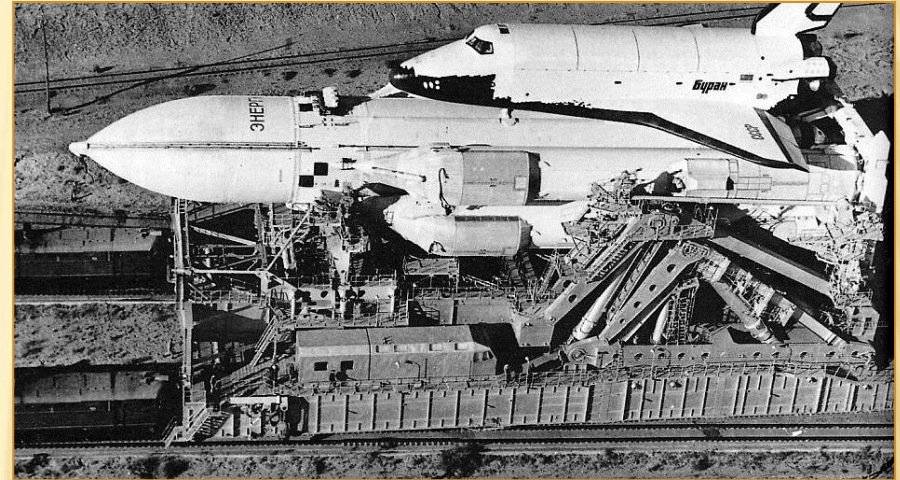
DERNIÈRE SORTIE EXTRAVÉHICULAIRE - VOL STS-135, 12 JUILLET 2011



... MAIS AUSSI DES EXPLOITS ADMIRABLES

L'URSS AUSSI, TENTÉE PAR LA NAVETTE

- ✘ Décidée en 1976 par Leonid Brejnev, la navette Bourane associée au lanceur surpuissant Energia n'aura volé qu'une fois, en vol automatique, le 15 novembre 1988



UN PREMIER ESSAI EUROPÉEN DE MODULE HABITABLE : LE SPACELAB

- ✘ Un laboratoire orbital lancé à prix d'or par la navette, voulu par l'Allemagne qui en supportait 55 % du coût (France : 10 %)
- ✘ 16 missions de 1983 à 1998, dont 15 payantes



Premier vol SPACELAB, STS-9, 28/11-8/12/1983

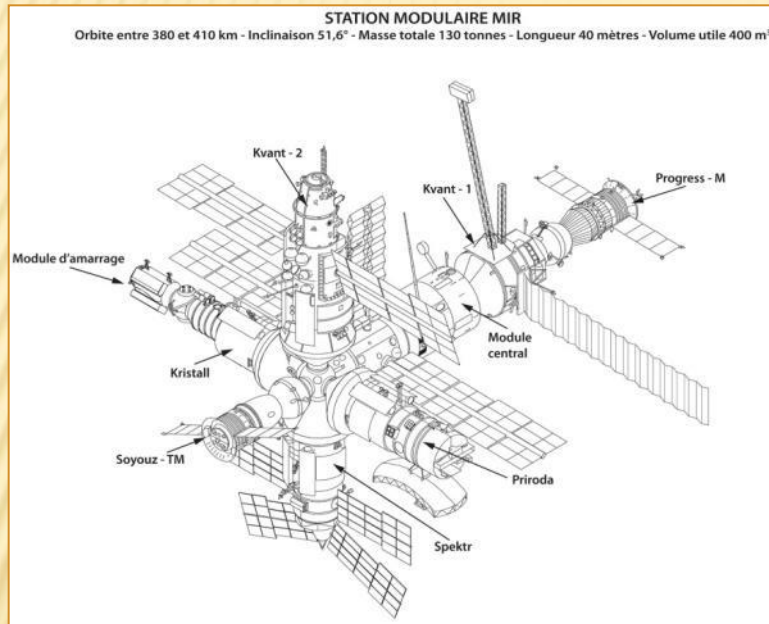


... ET UN ESSAI AVORTÉ : LA NAVETTE HERMÈS



- ✘ De 1983 à 1992, les ambitions concurrentes européennes s'affrontent autour des projets Ariane 5, Columbus et Hermès
- ✘ Rêve inachevé pour les uns, gâchis pour les autres (1 milliard d'euros en pure perte), la mini-navette Hermès a laissé bien des cicatrices

VUE ÉCORCHÉE DE LA STATION MIR



- 103 cosmonautes, 62 non-Russes (dont 5 Français)
- Neuf vols en commun Shuttle-MIR entre 1995 et 1999, après la chute de l'URSS

LA STATION MIR COMPLÈTE, AVEC TOUS SES MODULES



MIR (1986-2001), UNE STATION ORBITALE EXEMPLAIRE

**ASTRONAUTES US ET EUROPÉENS PENDANT
LA CONSTRUCTION DE LA STATION**



STS-116, 12 décembre 2006

**L'ISS ET LA NAVETTE ENDEAVOR
PHOTOGRAPHIÉS PAR PAOLO NESPOLI DEPUIS
LA CAPSULE SOYOUZ-TM AVANT SON RETOUR
SUR TERRE LE 23 MAI 2011**



**ET ENFIN, LA STATION SPATIALE
INTERNATIONALE : L'ISS - « A MAN IN A CAN ? »**

L'ISS, UN PROGRAMME INTERNATIONAL FABULEUX

- ✗ 450 tonnes, 110 m de long, 70 m de large, 1200 m³ de volume pressurisé, 6 occupants permanents
- ✗ La copropriété la plus chère du monde : 150 milliards \$ sur 30 ans ?
- ✗ Les tantièmes :
 - + 1/3 Russie
 - + 2/3 reste du monde (USA 77%, Europe 8%, Japon 12%)
- ✗ Exclus : la Chine, l'Inde



L'Europe a construit un véhicule de fret automatique, l'ATV, qui ravitaille la station en oxygène, vivres, carburant, et instruments et évacue les déchets. Quatre ATV (*Jules Verne, Johannes Kepler, Edoardo Amaldi, Albert Einstein*) ont déjà été lancés.

ET MAINTENANT, REDISTRIBUTION DES CARTES ENTRE LES ÉTATS-UNIS, ...

- ✘ Les USA n'ont pas renoncé à conserver leur leadership pour les missions habitées lointaines
- ✘ L'exploitation de l'ISS sera poursuivie au moins jusqu'en 2020
- ✘ La desserte de l'ISS est confiée au secteur privé



...L'EUROPE, ...

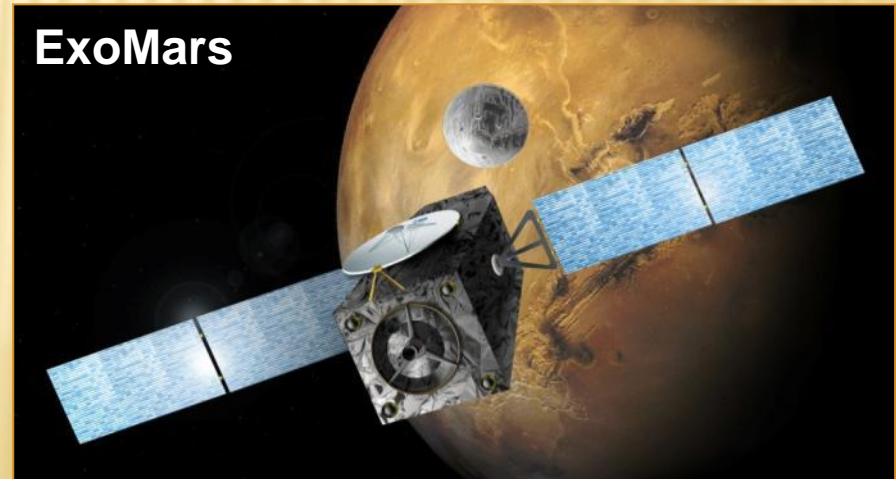
- ✘ L'espace, « compétence partagée » entre l'Union européenne et les états
- ✘ La famille Ariane s'agrandit, avec l'arrivée de Soyouz en Guyane, le petit lanceur Véga, et la future Ariane 6
- ✘ Après Giotto, Huygens, Mars Express, Vénus Express, avec ExoMars, l'ESA, forte de 20 états-membres, est un partenaire crédible de l'exploration spatiale

Lancement Soyouz à Kourou



© ESA/CNES/Arianespace - S. Corvaja

ExoMars



© ESA
26

... LE JAPON, ...

- ✘ Quatrième pays spatial, avec un satellite mis en orbite en 1970
- ✘ Un programme spatial complet et indépendant, malgré des difficultés sur les lanceurs, et une belle participation à l'ISS
- ✘ Des missions d'exploration ambitieuses et diversifiées :
 - + Sondes vers le Soleil, la Lune, Vénus, Jupiter, Mercure
 - + La sonde Hayabusa-1, rentrée sur Terre en juin 2010, a ramené des poussières de l'astéroïde Itokawa



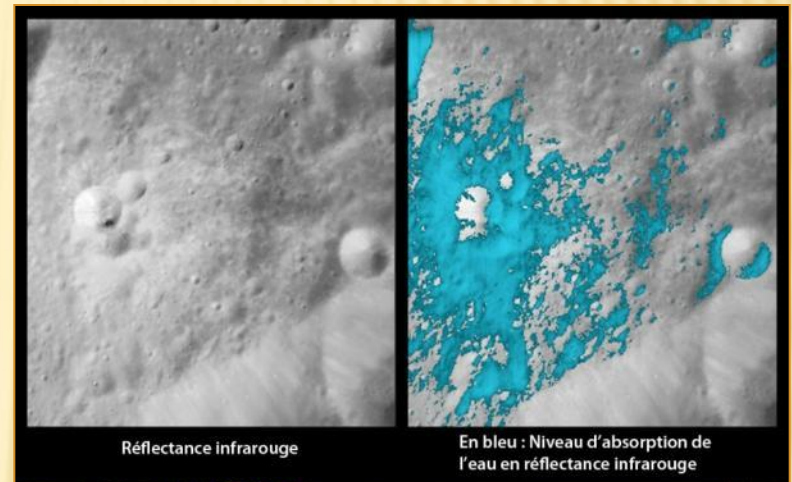
... LA CHINE, ...

- ✘ Cinquième pays accédant à l'espace en 1970
- ✘ Un programme spatial complet et indépendant, avec une famille de lanceurs et des vols humains
- ✘ Exclue de l'ISS, la Chine développe avec succès son propre programme de station habitée et d'exploration spatiale



... L'INDE, ...

- ✘ Sixième pays spatial, avec un satellite lancé en 1975 par une fusée russe, et un lanceur testé avec succès en 1980
- ✘ Priorité aux applications de l'espace pour les besoins de la société indienne
- ✘ Une famille complète de lanceurs, des satellites de grande qualité, un programme prudent d'exploration, et une ouverture progressive à la coopération internationale



... ET LA RUSSIE



- ✘ Après dix ans de convalescence suivant la chute de l'URSS, la Russie a repris le chemin de l'espace
- ✘ La location de ses facilités lui a rapporté des revenus substantiels
- ✘ Soyuz est aujourd'hui le seul véhicule capable de transporter des astronautes vers l'ISS
- ✘ Mais la perte de compétences se fait sentir, avec de nombreux échecs récents, notamment celle de la sonde Phobos-Grünt

Les moyens de la découverte
Les sciences de la micropesanteur

UN ARSENAL DE MOYENS DE RECHERCHE

LES MOYENS DE LA DÉCOUVERTE

Antenne ESA, Cebreros (Espagne)



Débris spatiaux en orbite terrestre basse



Météorite martienne



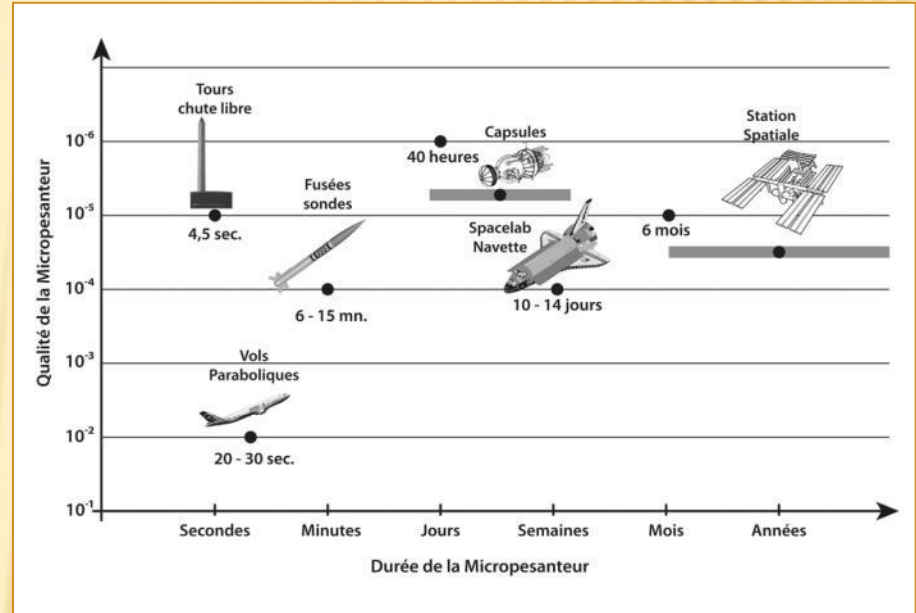
Retour d'échantillons (Hayabusa-1)



L'AIRBUS A-300 ZERO-G EN VOL PARABOLIQUE



UNE MICROPESANTEUR DE DURÉE ET QUALITÉ VARIÉE



LES MOYENS DE LA MICROPESANTEUR

S'entraîner, s'adapter à la micropesanteur, travailler
Se réadapter à la pesanteur terrestre
De l'espace proche à l'espace lointain

L'HOMME (ET LA FEMME) DANS L'ESPACE

(SUR)VIVRE ET TRAVAILLER DANS L'ESPACE



REPAS À BORD DE L'ISS



ECHANTILLONS DE NOURRITURE (ET DE BOISSONS !) SPATIALE



FAUT BIEN VIVRE, QUAND MÊME... !

L'ESPACE PROCHE ...

- ✘ À court terme, la présence de l'homme dans l'espace se confond avec l'habitation permanente de l'ISS
- ✘ Après l'arrêt de navettes, l'accès à l'ISS est tributaire des seuls moyens de lancement russes
- ✘ Le recours au secteur privé (SpaceX, Orbital Sciences), la voie choisie par les USA
- ✘ Le tourisme spatial, orbital et suborbital se développe

RÉCUPÉRATION EN MER APRÈS DEUX ORBITES EN DÉCEMBRE 2010 DE LA CAPSULE DRAGON LANCÉE PAR FALCON



PREMIÈRE TOURISTE FÉMININE DE L'ESPACE, ANOUSHEH ANSARI, FEMME D'AFFAIRES IRANO-AMÉRICAINNE, A VOLÉ DIX JOURS EN SEPTEMBRE 2006 À BORD DE L'ISS

... ET PLUS LOINTAIN



- ✘ La colonisation de la Lune et l'exploration humaine de Mars restent les deux grands objectifs visés à moyen ou long terme.
- ✘ Diverses initiatives s'attachent à les préparer, dans des habitats naturels ou artificiels simulant l'environnement martien ou se prêtant à des expérimentations sur l'adaptation à l'isolement et au confinement dans un groupe multiculturel

Les planètes telluriques

Le spectacle des planètes géantes

Comètes et astéroïdes

Les planètes extrasolaires

LE SYSTÈME SOLAIRE: OBSERVATIONS, DÉCOUVERTES

LES PLANÈTES TELLURIQUES

✕ MERCURE

- + Une petite planète très excentrique et (mal) connue seulement grâce à deux missions NASA, Mariner-10 et Messenger

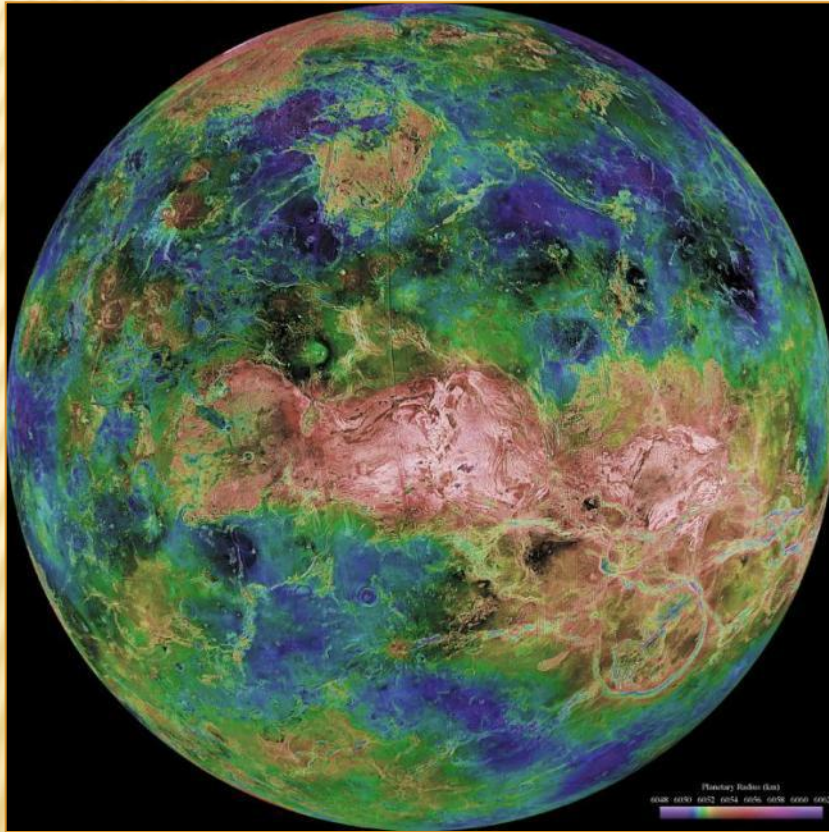


Bepi-Colombo, une mission en collaboration Europe-Japon (2014-2020)



Première image de Mercure par MESSENGER, 29 mars 2011

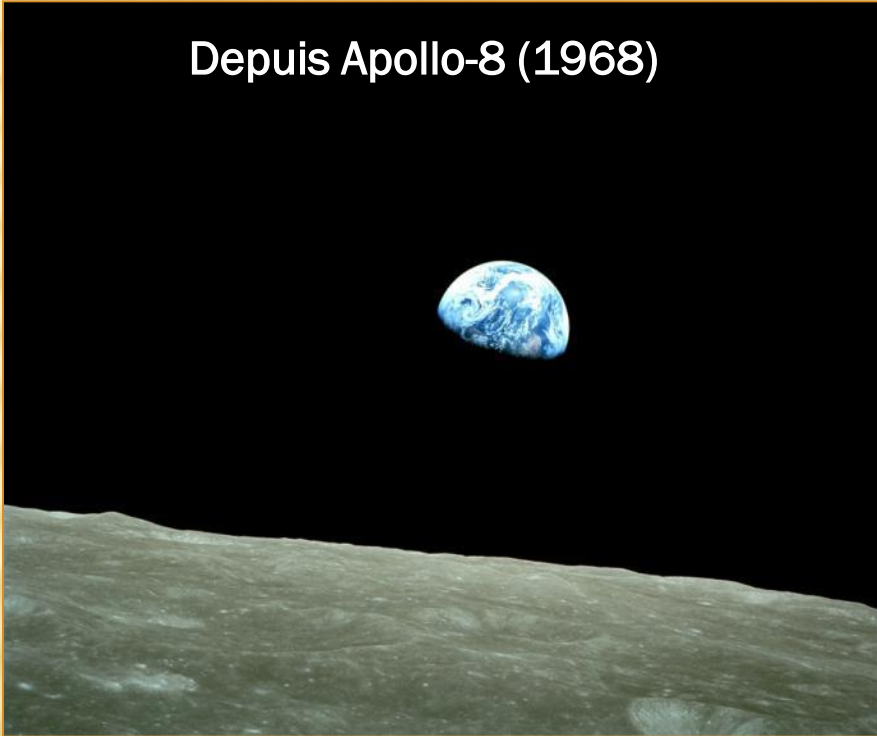
LA SURFACE DE VÉNUS CARTOGRAPHIÉE PAR LE RADAR DE LA SONDE MAGELLAN



VENUS, UNE SŒUR TRÈS CHAUDE

LA TERRE, PLANÈTE UNIQUE EN SON GENRE

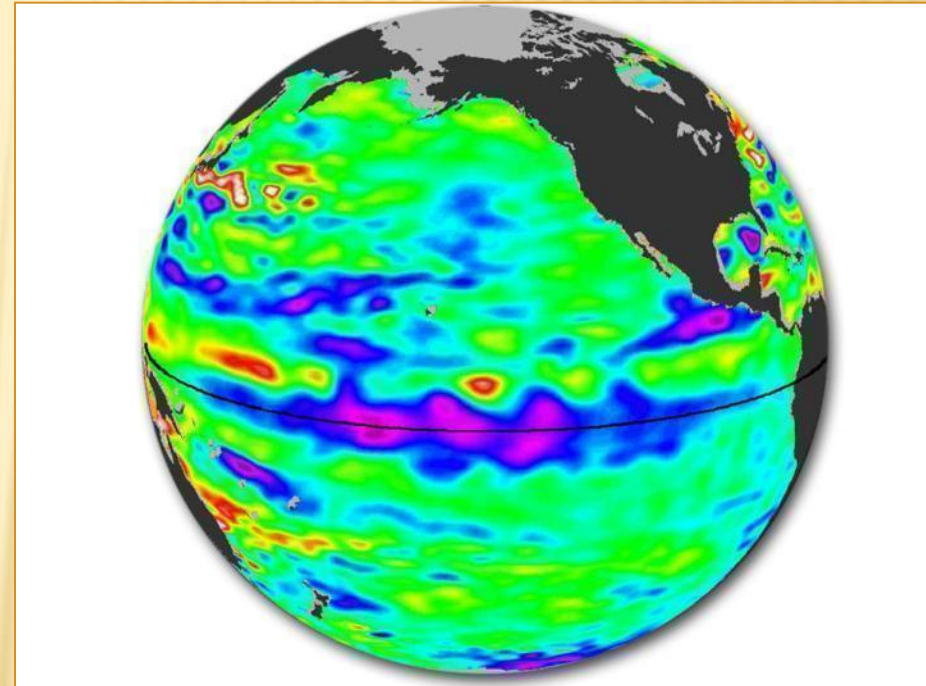
Depuis Apollo-8 (1968)



Depuis Kaguya (2007)



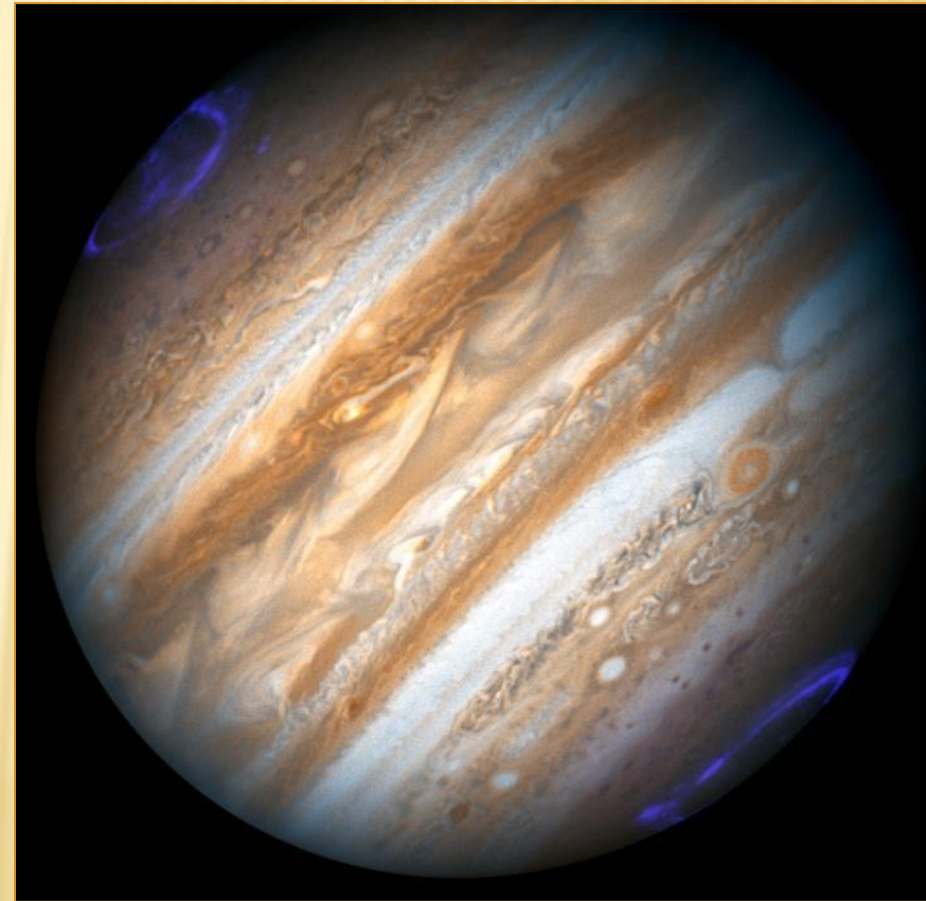
La Niña sur la planète Océan (2010)



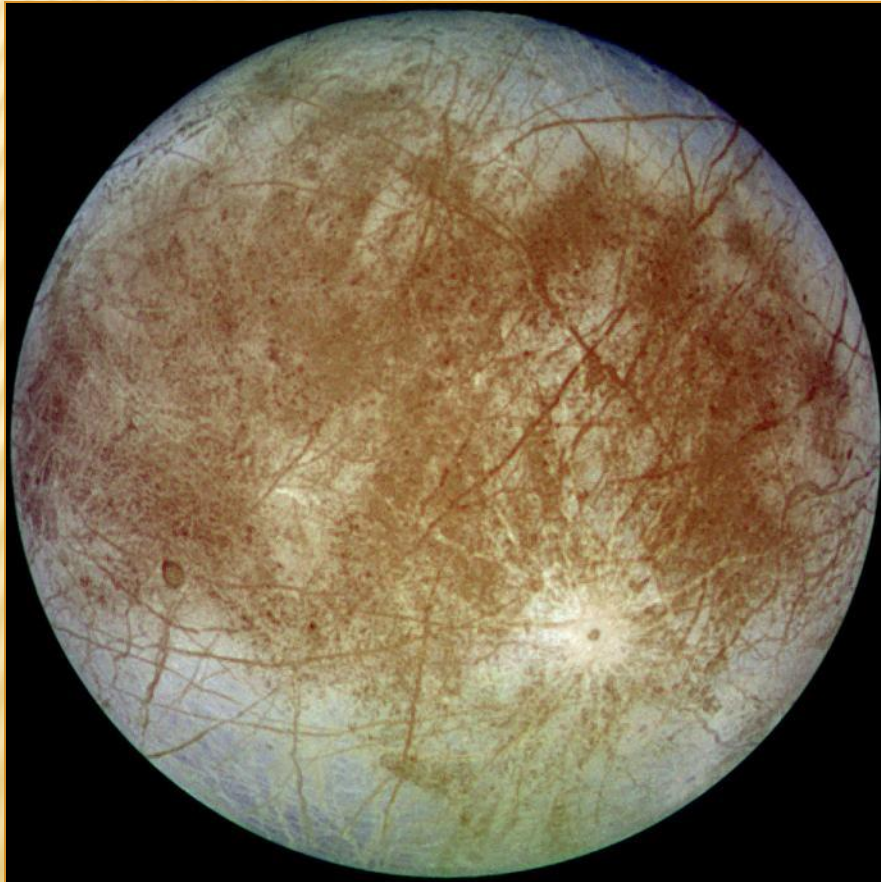
LE SPECTACLE DES PLANÈTES GÉANTES

✕ Jupiter

- + La géante gazeuse et sa célèbre tache rouge

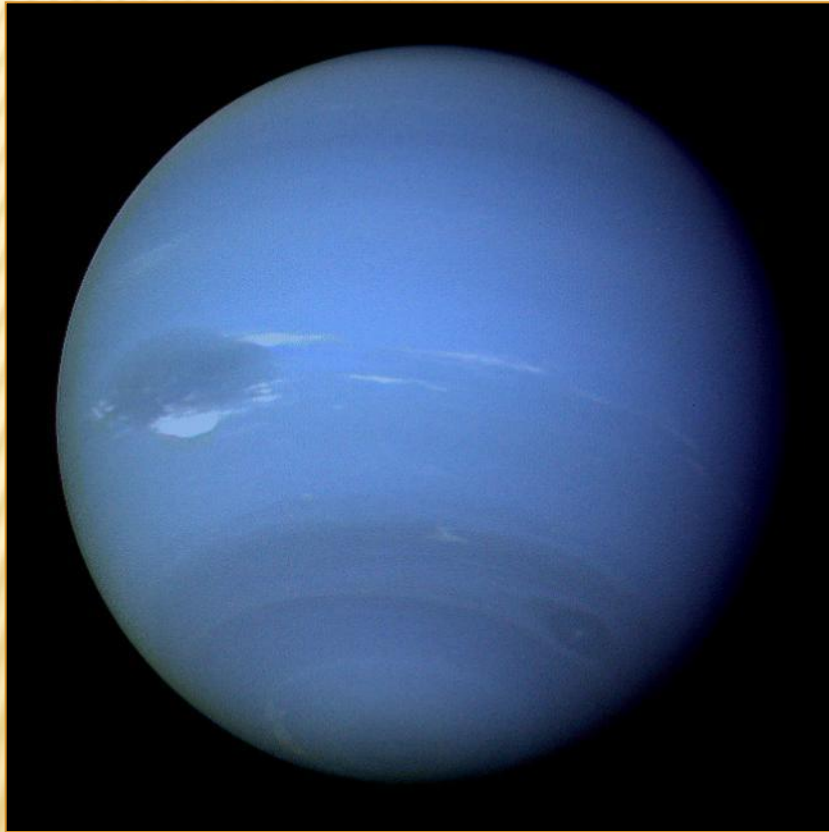


EUROPE, SATELLITE DE JUPITER

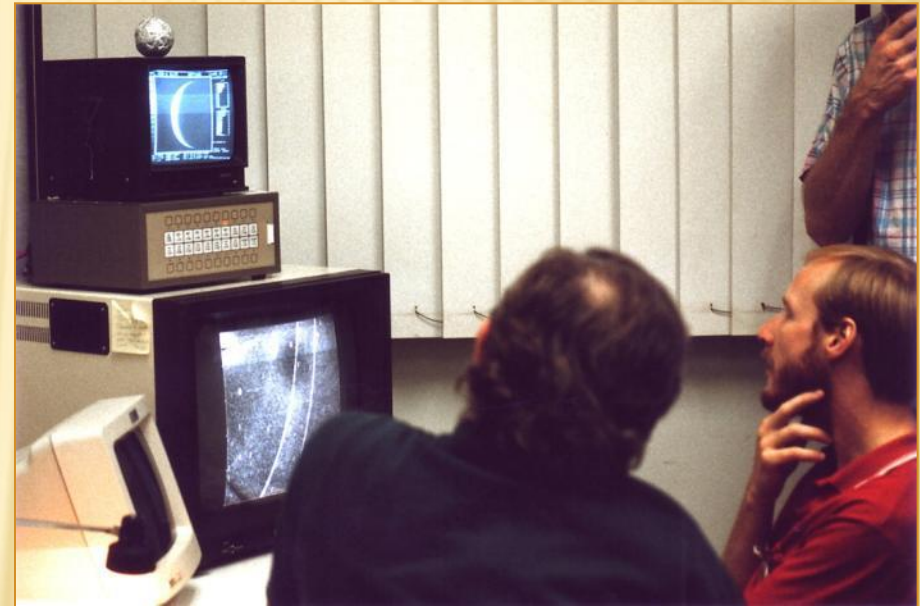


- ✘ Le plus petit des satellites de Jupiter découverts par Galilée en 1610, Europe possède une mince atmosphère d'oxygène et sa surface glacée cache peut-être un océan d'eau liquide

NEPTUNE, PHOTOGRAPHIÉE EN AOÛT 1989 PAR VOYAGER-2



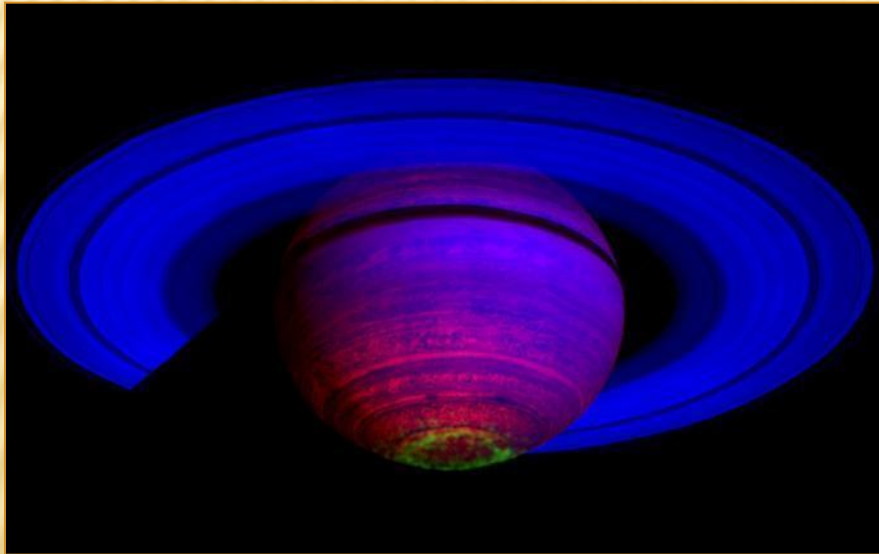
DES SCIENTIFIQUES FRANÇAIS ASSISTENT À LA DÉCOUVERTE DE NOUVEAUX SATELLITES DE NEPTUNE LE 25 AOÛT 1989



NEPTUNE, DERNIÈRE ÉTAPE DU LONG PÉRIPLÉ DE LA SONDE VOYAGER-2

SATURNE ET SON SATELLITE TITAN, VEDETTES DE LA MISSION CASSINI-HUYGENS

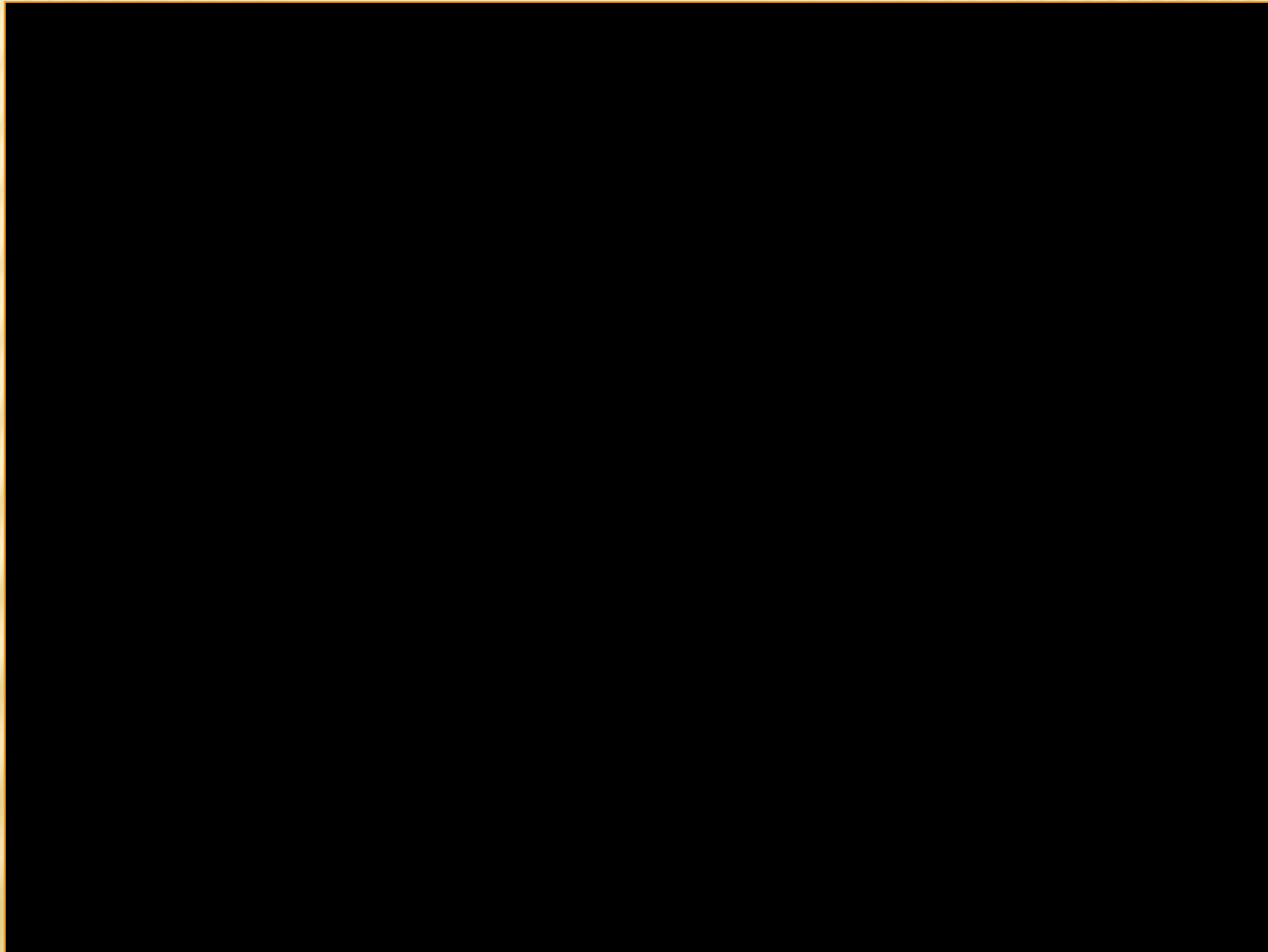
- × IMAGE EN FAUSSES COULEURS MONTRANT DES AURORES AU PÔLE SUD ET LES ANNEAUX DE SATURNE.



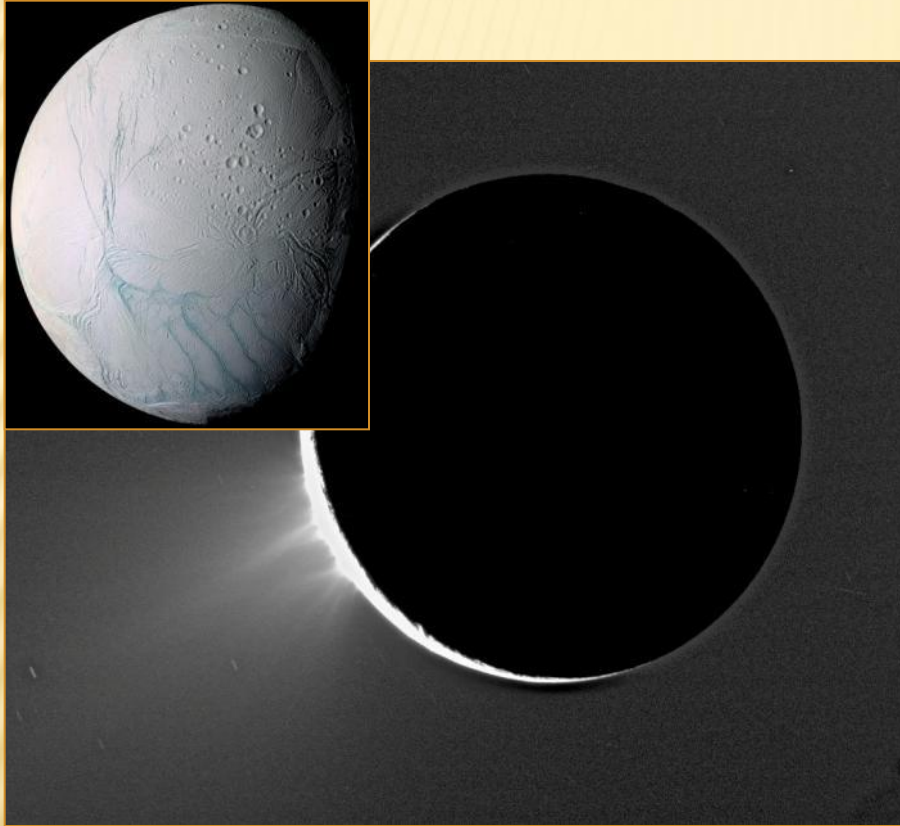
- × VUE DU SOL DE TITAN, COUVERT DE GLACE D'EAU SOUS UNE PLUIE DE MÉTHANE, PRISE PAR LA SONDE EUROPÉENNE HUYGENS (14 JANVIER 2005)



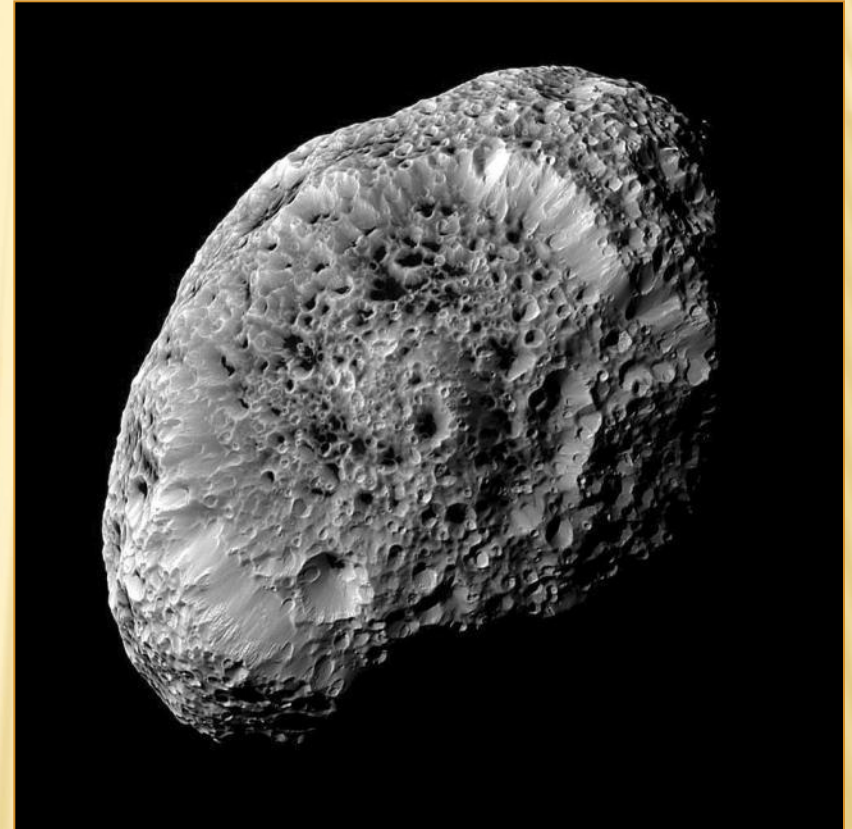
LE « TITANISSAGE » DU MODULE HUYGENS



LA SURFACE TIGRÉE D'ENCELADE, D'OÙ ÉMANENT DES GEYSERS D'EAU GLACÉE

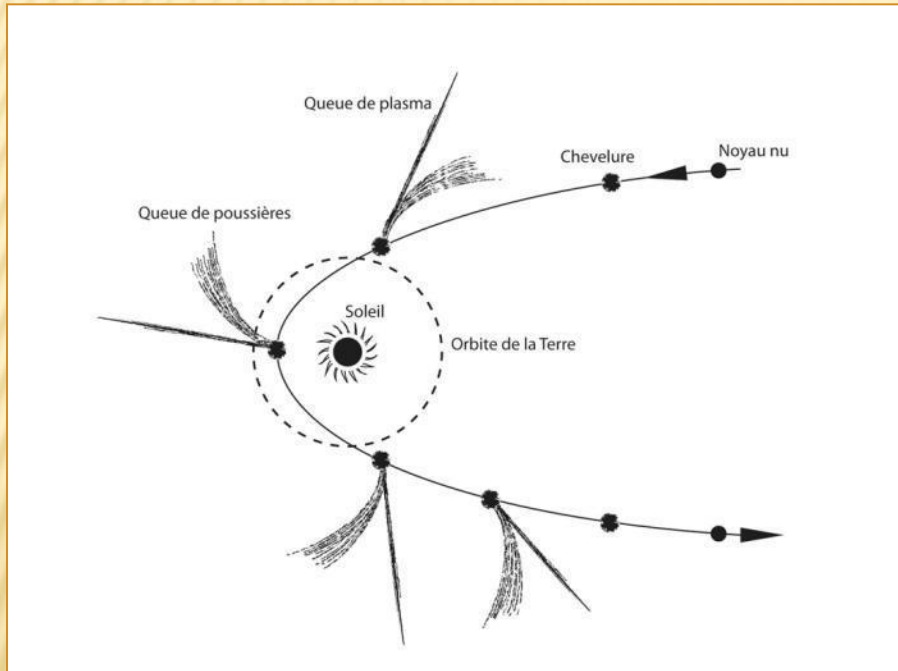


L'ÉTRANGE APPARENCE D'HYPÉRION

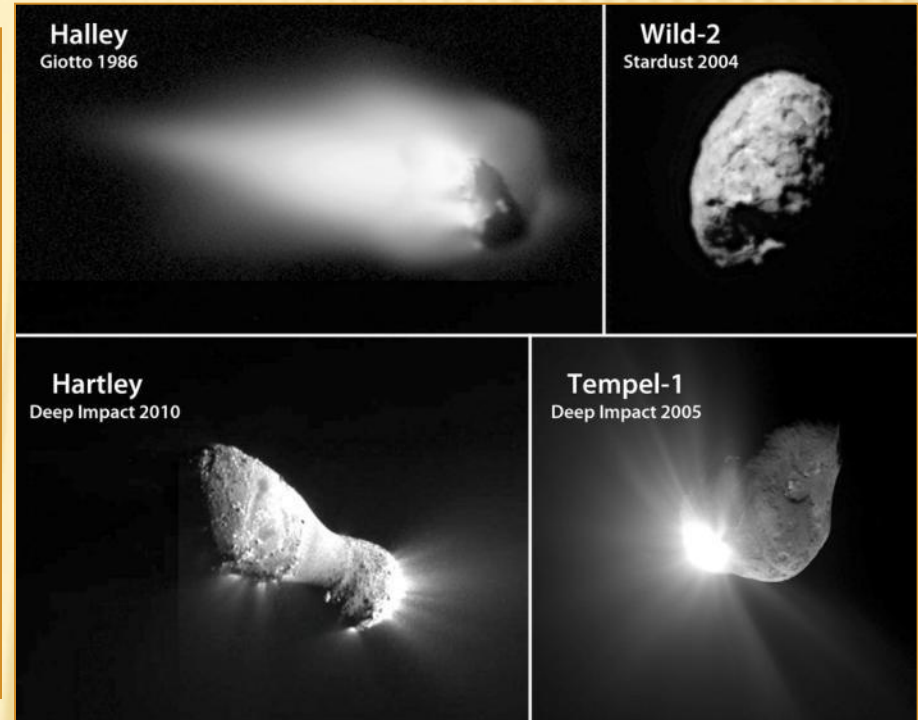


... ET TANT D'AUTRES OBJETS MYSTÉRIEUX ET FASCINANTS VUS PAR LA SONDE CASSINI

ÉVOLUTION D'UNE COMÈTE SUR SON ORBITE



DIVERSITÉ DES NOYAUX COMÉTAIRES

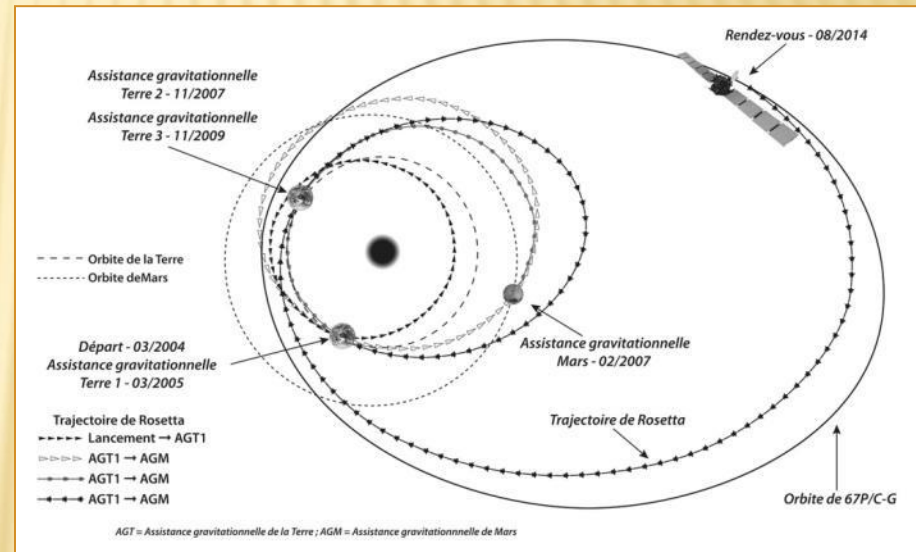


LES COMÈTES...

LA SONDE EUROPÉENNE GIOTTO A SURVOLÉ LA COMÈTE DE HALLEY EN 1986 AU PLUS PRÈS DE SON NOYAU



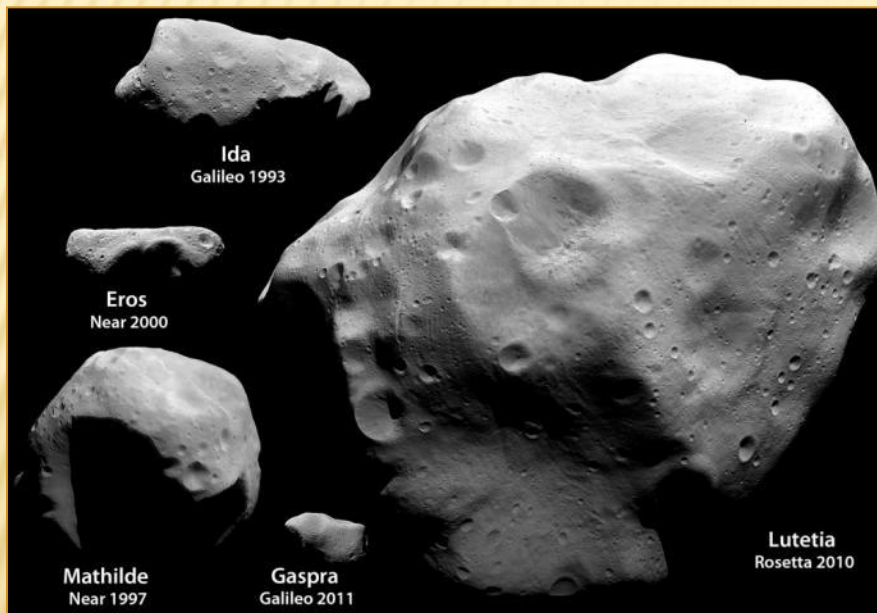
LA SONDE EUROPÉENNE ROSETTA, LANCÉE EN 2004, SURVOLERA LA COMÈTE CHURYUMOV-GERASIMENKO EN 2014, ET DÉPOSERA À SA SURFACE LE LABORATOIRE PHILAE QUI ANALYSERA SON SOL



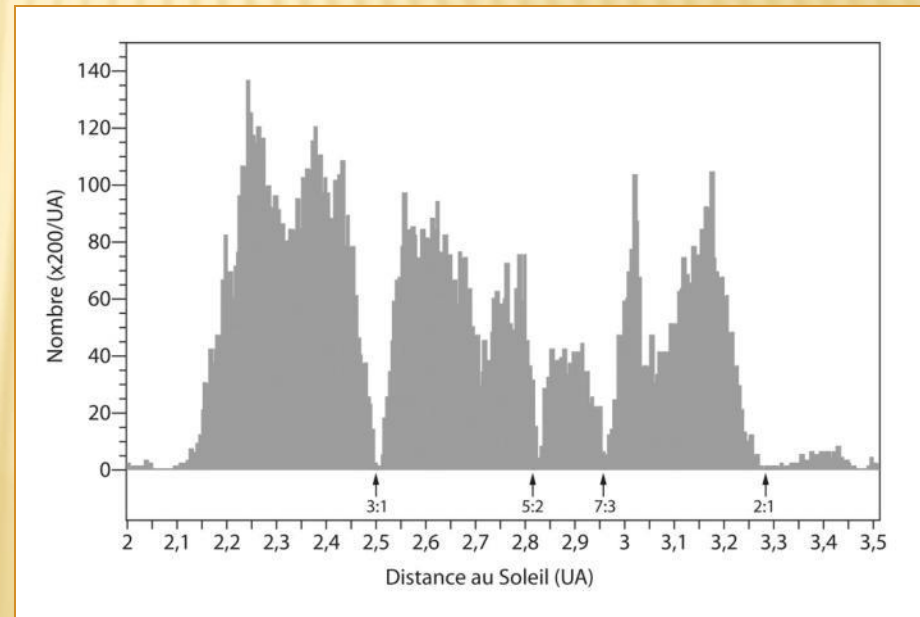
... DE GIOTTO À ROSETTA

... ET LES ASTÉROÏDES

DIVERSITÉ DES ASTÉROÏDES MARQUÉS
PAR DES CRATÈRES D'IMPACT



LA CEINTURE PRINCIPALE D'ASTÉROÏDES
S'ÉTEND ENTRE LES ORBITES DE MARS
ET JUPITER, MAIS CERTAINS ONT UNE
ORBITE ELLIPTIQUES ET PEUVENT
S'APPROCHER DE LA TERRE, D'OÙ UN
RISQUE DE COLLISION CATAclysmIQUE –
D'OÙ DES FILMS COMME ARMAGEDDON
(1998), MELANCHOLIA (2011), ETC.

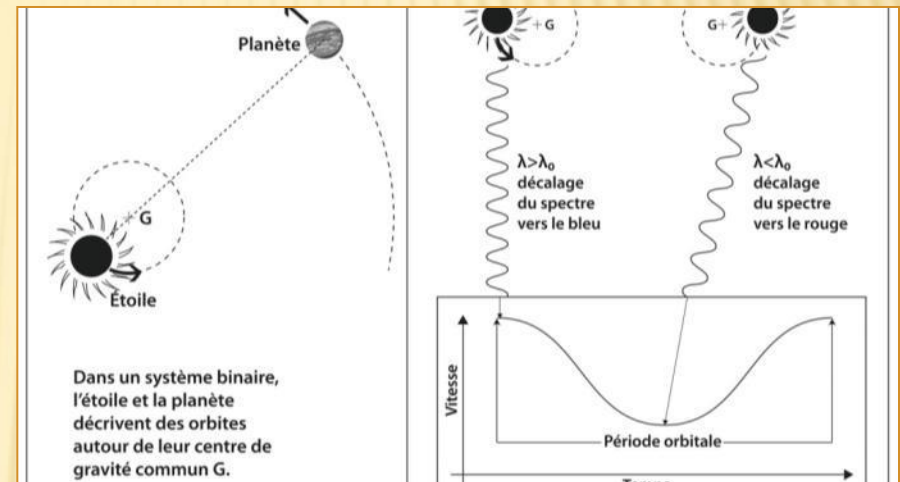




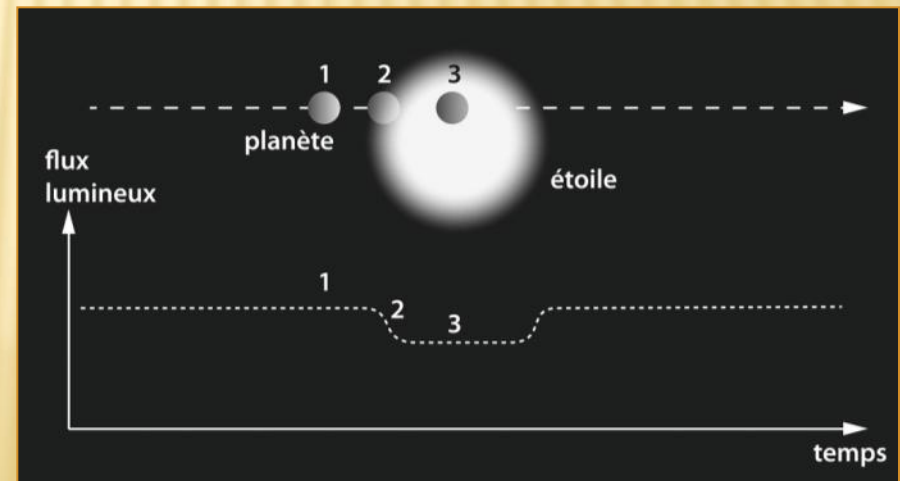
LES PLANÈTES EXTRASOLAIRES

- ✘ Il s'agit de planètes en orbite autour d'une étoile autre que notre Soleil
- ✘ La première a été découverte à partir de l'Observatoire de Haute-Provence par les Suisses Michel Mayor et Didier Queloz en 1995
- ✘ On compte déjà quelque 900 exo-planètes, dont bon nombre ont été découvertes par les satellites Corot et Kepler

DÉTECTION PAR LA MÉTHODE VÉLOCIMÉTRIQUE

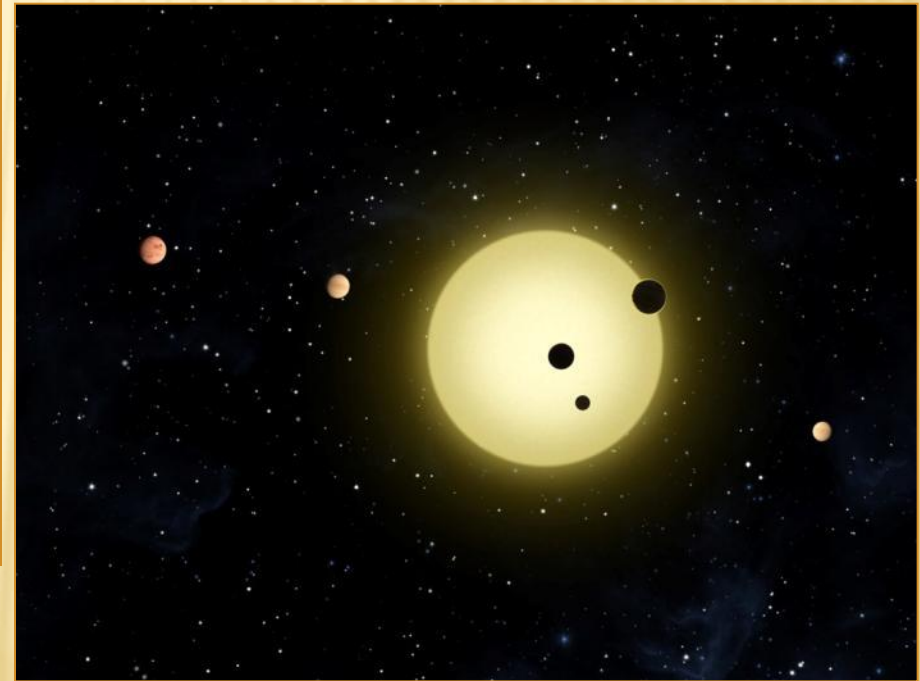


DÉTECTION PAR LA MÉTHODE DES TRANSITS



32 EXO-PLANÈTES DÉCOUVERTES EN SIX ANS PAR LE SATELLITE FRANÇAIS COROT LANCÉ EN 2006. 100 AUTRES EN COURS DE VÉRIFICATION

SIX PLANÈTES DE TAILLE INFÉRIEURE À SIX RAYONS TERRESTRES GRAVITANT AUTOUR D'UNE ÉTOILE, DÉCOUVERTES EN FÉVRIER 2011 PAR LE SATELLITE NASA KEPLER (LANCÉ EN 2009, EN PANNE DEPUIS MARS 2013), QUI EN A TROUVÉ 3277 DONT 135 CONFIRMÉES



COROT ET KEPLER,
SATELLITES CHASSEURS D'EXO-PLANÈTES

Retour sur la Lune

Une base lunaire internationale ?

Mars, la grande aventure...

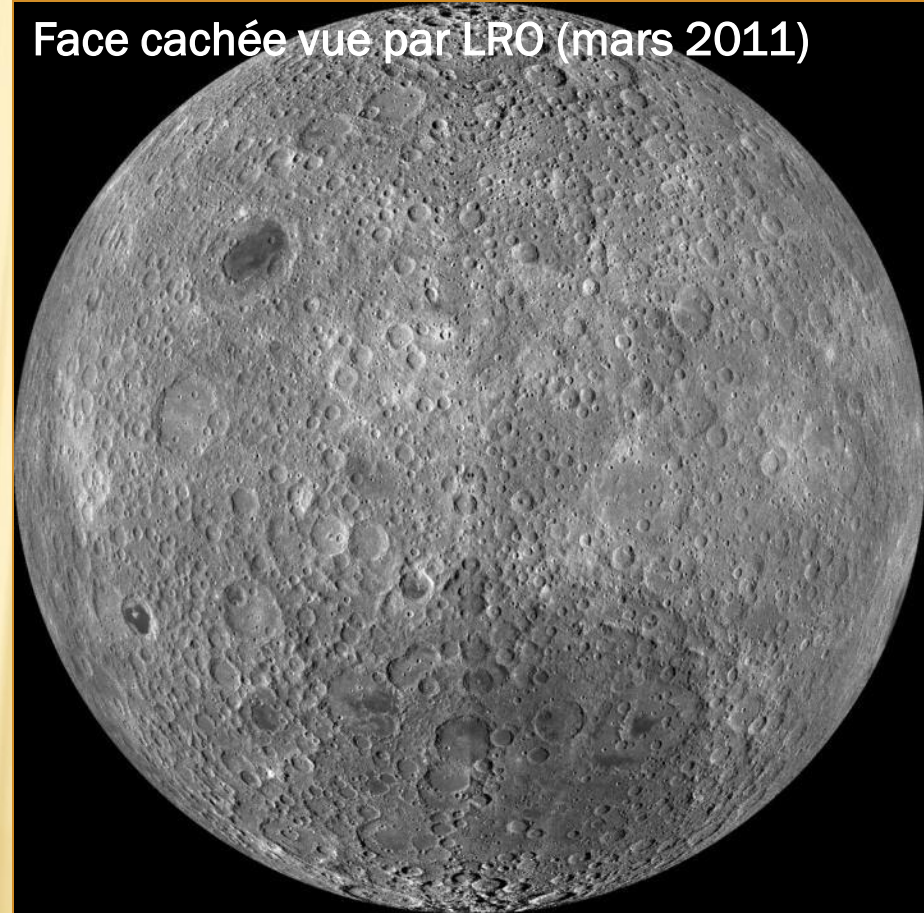
LA LUNE ET MARS

LE RETOUR SUR LA LUNE ?

Apollo-15 : David Scott salue le drapeau US

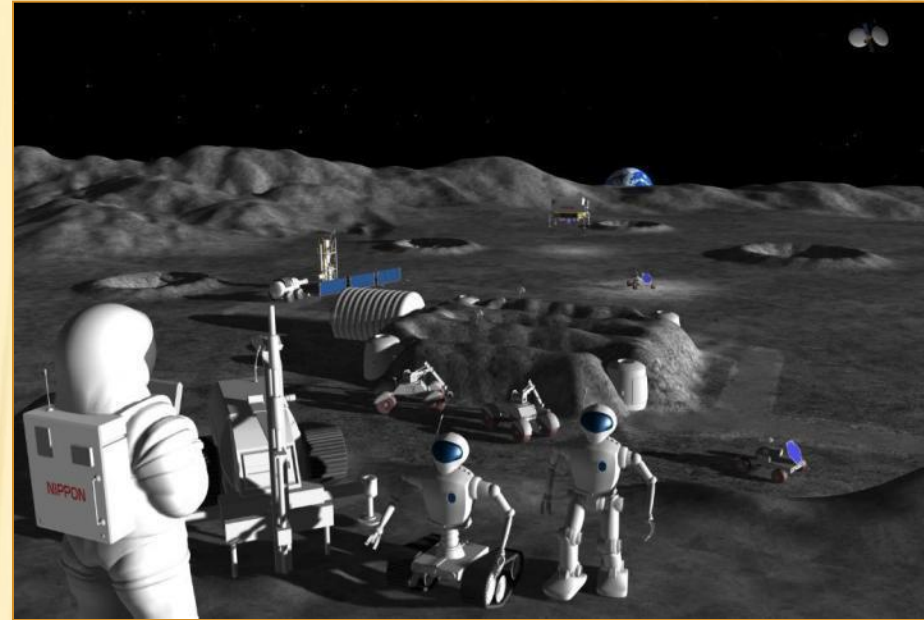


Face cachée vue par LRO (mars 2011)

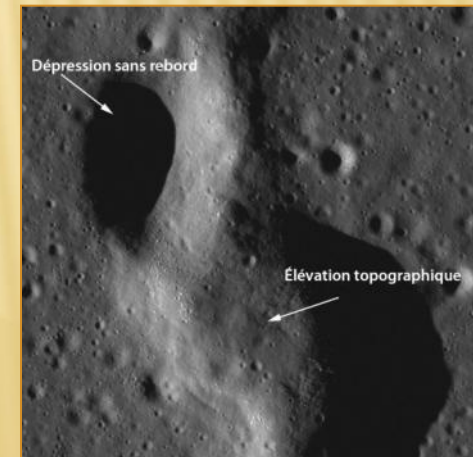


DEMAIN, UNE BASE LUNAIRE INTERNATIONALE ?

- ✘ L'Europe, le Japon, la Chine, et l'Inde ont rejoint les USA et la Russie dans le club des pays capables de lancer des sondes automatiques en orbite lunaire, ou bientôt d'y poser des robots
- ✘ La prochaine étape pourrait être une base lunaire internationale, utilisée à des fins de recherche – sciences de la Lune, depuis la Lune, sur la Lune – et peut-être d'exploitation des ressources lunaires ?



**LES TUBES DE
LAVE, UN HABITAT
POSSIBLE POUR
LES FUTURS
EXPLORATEURS
LUNAIRES ?**



MARS, UNE PETITE SŒUR TRÈS FROIDE

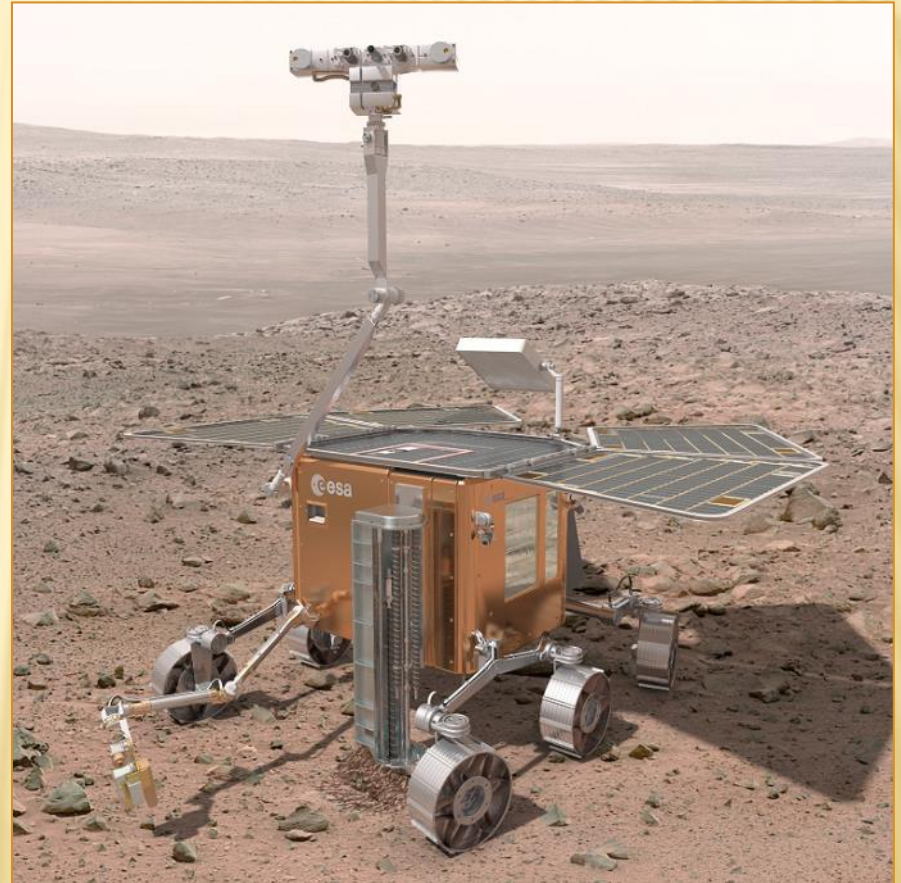
- ✗ ... et difficile à atteindre:
 - + Une fenêtre de tir tous les 26 mois
 - + Un créneau très favorable tous les 15 ans
 - + Des étapes (mise en orbite autour de Mars, circularisation de l'orbite, descente et atterrissage, etc.) techniquement très complexes
 - + 22 échecs sur 41 missions spatiales vers Mars
 - + La recherche de la vie, objectif des missions Viking, resta infructueuse



LE SOL DE MARS OBSERVÉ PAR LA SONDE US VIKING-1, LANCÉE EN 1975

LA POURSUITE DE L'ÉTUDE DE MARS

- ✘ L'échec de Phobos-Grünt a été un coup dur pour les Russes et les Chinois
- ✘ En 2016-2018, ExoMars voulait démontrer la capacité de l'ESA à poser un engin sur le sol martien
- ✘ L'ESA et la NASA avaient prévu d'utiliser ensemble toutes les fenêtres de tir vers Mars, mais les coupes budgétaires ont tout remis en question et la NASA a déclaré forfait en 2012
- ✘ Bien après 2020, l'étape suivante devrait être le retour d'échantillons martiens



SIGNATURE DE L'ACCORD DE PARTENARIAT POUR EXOMARS PAR LE DG DE L'ESA JEAN-JACQUES DORDAIN ET LE CHEF DE ROSCOSMOS VLADIMIR POPOVKIN, LE 14 MARS 2013 À PARIS

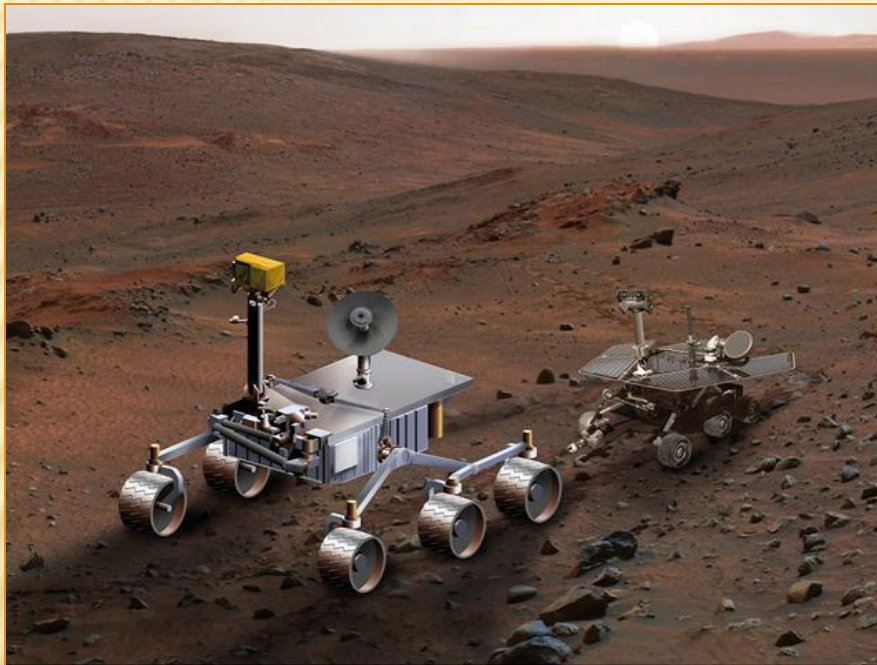


UN PARTAGE ÉQUILIBRÉ DES RESPONSABILITÉS

- ✘ Pour les missions 2016 et 2018, la Russie fournira deux lanceurs Proton, trois expériences scientifiques, ainsi que le module d'atterrissage du rover de 2018
- ✘ L'ESA fournira :
 - + En 2016, le Trace Gas Orbiter (TGO), destiné à la recherche de méthane et d'autres gaz signatures de processus biologiques ou géologiques actifs, et le module de démonstration de descente, d'entrée et d'atterrissage (EDM)
 - + En 2018, la plate-forme porteuse d'expériences et le rover (capable de forer à 2m de profondeur).
- ✘ La NASA reste partenaire en apportant un appui technologique

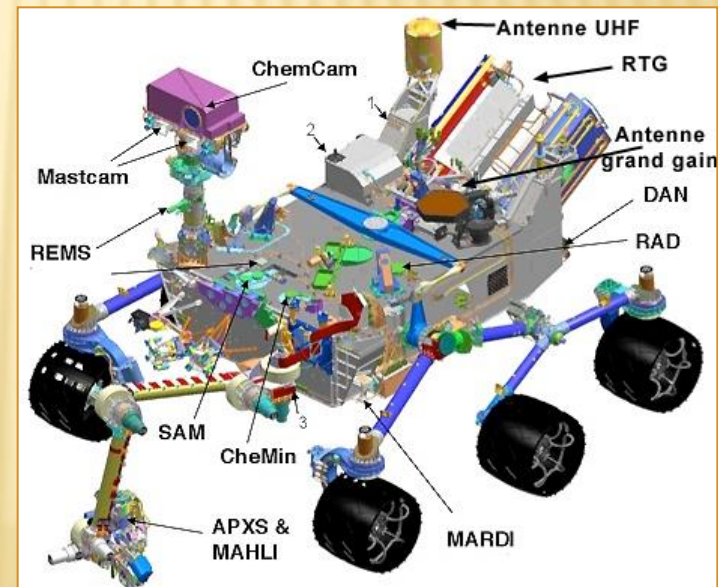
EXOMARS EST DEVENUE UNE COOPERATION ENTRE L'ESA ET ROSKOSMOS

LES INTRÉPIDES ROBOTS DE LA NASA



ARRIVE SUR MARS LE 6 AOÛT 2012, LE ROBOT *CURIOSITY* PROLONGE LA MISSION DE SES PRÉDÉCESSEURS *SOJOURNER*, *SPIRIT* ET *OPPORTUNITY*

CURIOSITY EMPORTE 75 KG DE MATÉRIEL SCIENTIFIQUE, DONT DEUX MINI-LABORATOIRES POUR ANALYSER LES COMPOSANTS ORGANIQUES ET MINÉRAUX ET UN SYSTÈME D'IDENTIFICATION À DISTANCE DE LA COMPOSITION DES ROCHES PAR LASER



CURIOSITY, UN SUCCÈS MAGNIFIQUE





“QUAND LE ROVER S’EST POSÉ, TIMES SQUARE A ÉCLATÉ EN ACCLAMATIONS AUX CRIS DE « SCIENCE ! SCIENCE ! SCIENCE ! » ET « NASA ! NASA ! NASA ! »

GRIFFITH OBSERVATORY,
LOS ANGELES , CA

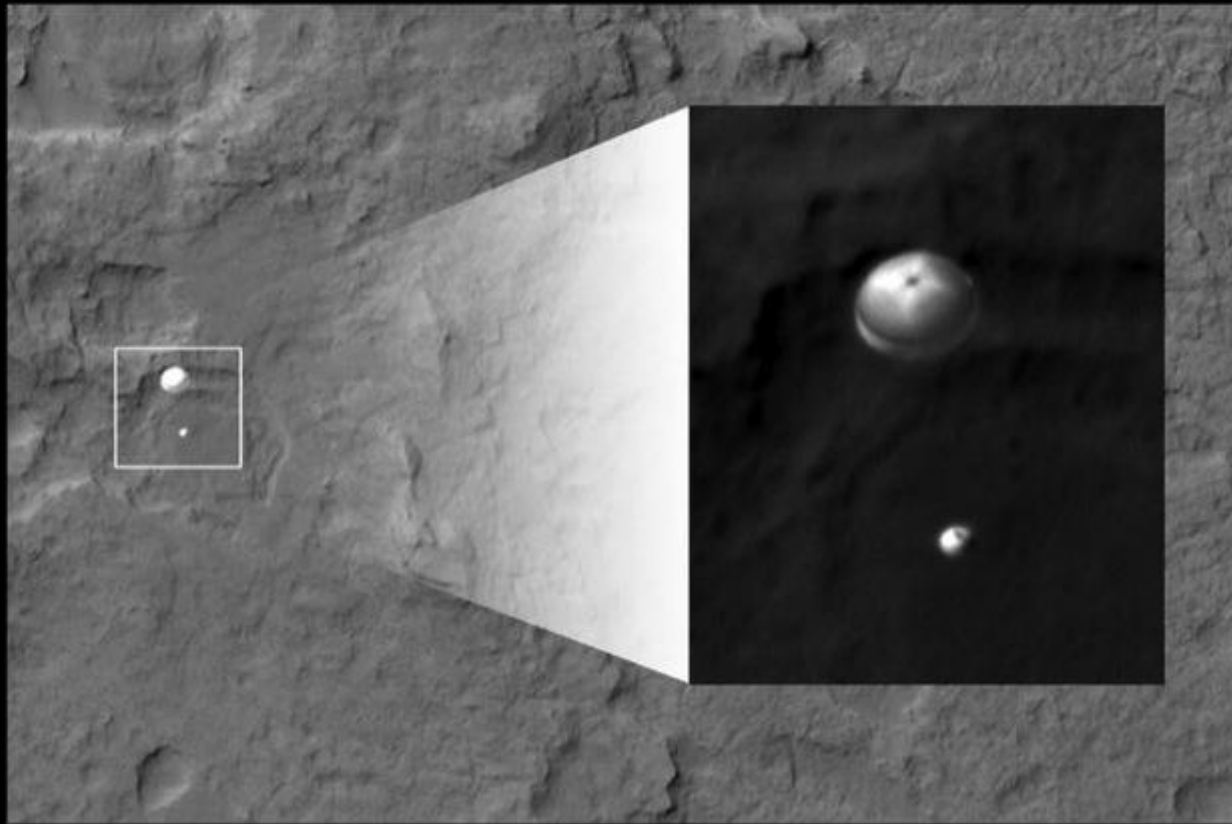


Photo courtesy of Navid Baraty



RETRANSMISSION DE “L’AMARSISSAGE” DE
CURIOSITY À TIMES SQUARE ET EN CALIFORNIE

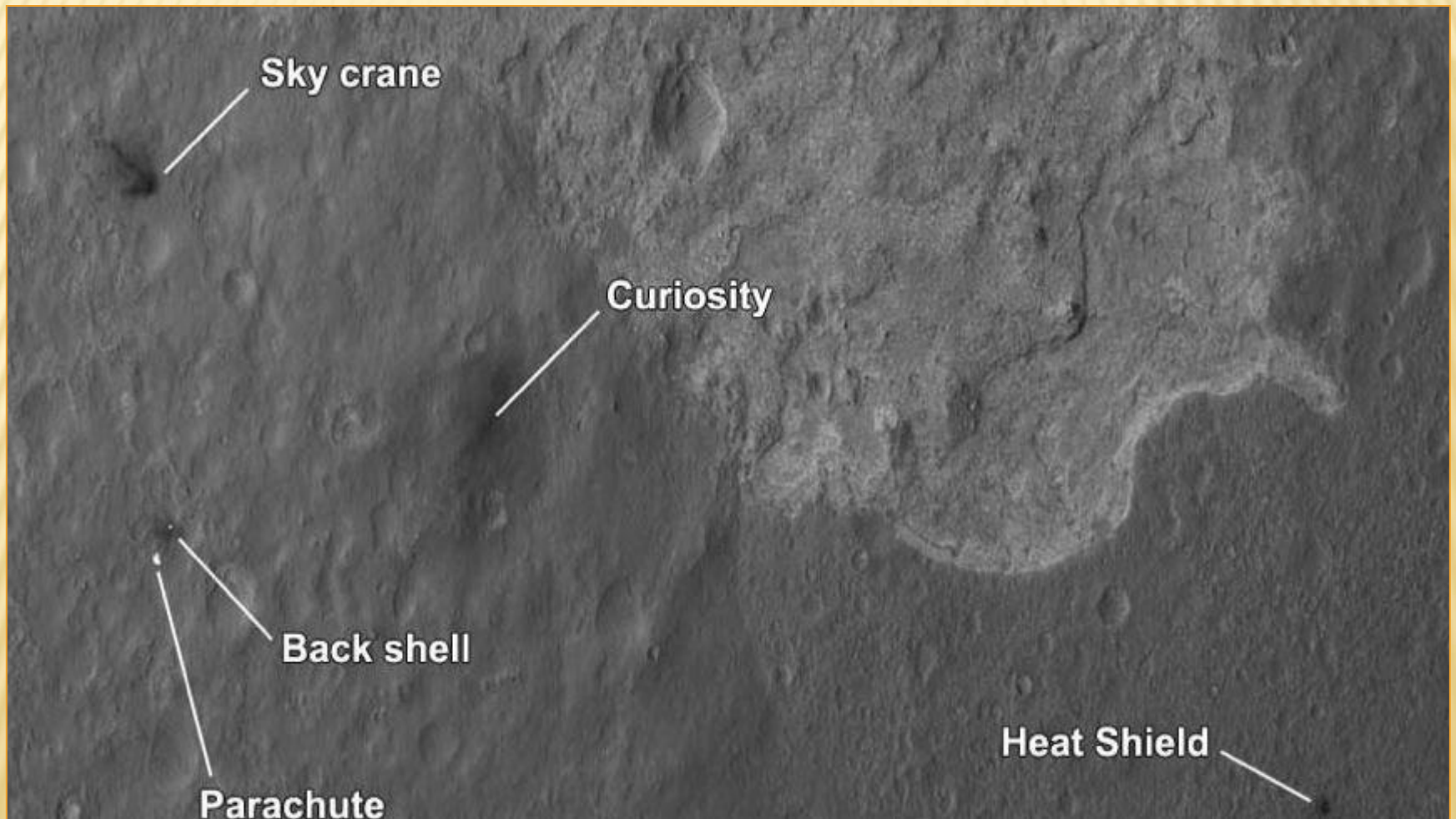
PARACHUTE DÉPLOYÉ (CAMERA HIRISE À BORD DE MRO)



BOUCLIER THERMIQUE ÉJECTÉ (CAMÉRA MARDI À BORD DE MSL)



« LA SCÈNE DU CRIME »



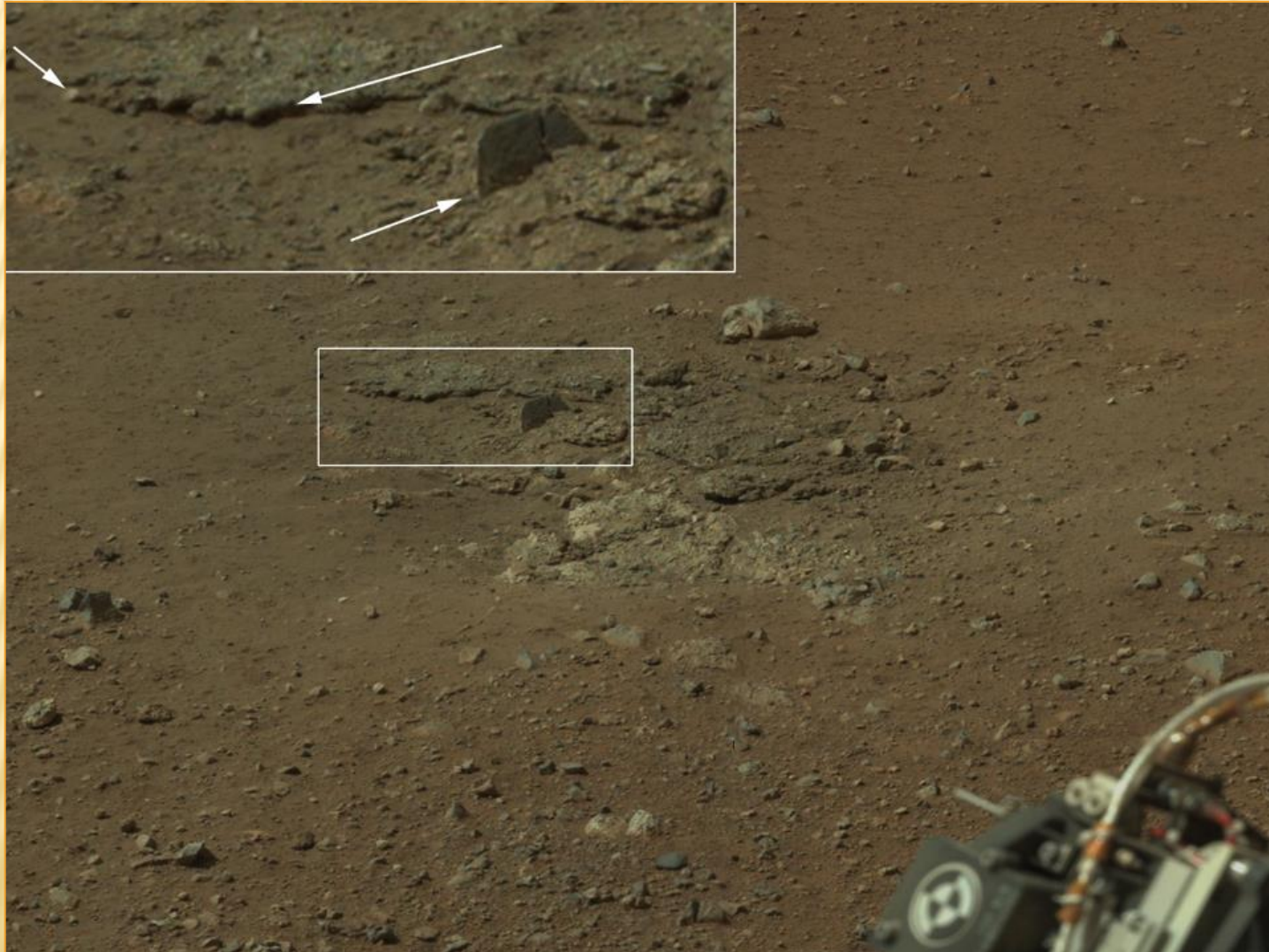
UN PANORAMA MARTIEN EN NOIR ET BLANC



LE CRATÈRE GALE EN COULEURS



DES ROCHES ENFOUIES MISES À JOUR PAR LES GAZ DES RÉTROFUSÉES



DES FÉLICITATIONS MÉRITÉES...

De gauche à droite, John Holdren, Conseiller scientifique du Président, Charles Bolden, Administrateur de la NASA et Charles Elachi, Directeur du JPL



DEPUIS AIR FORCE ONE AU COURS D'UN VOL À DESTINATION DE OUFFUTT AIR FORCE BASE DANS LE NEBRASKA, LE PRÉSIDENT BARACK OBAMA ...

... PARLE AU TÉLÉPHONE AVEC L'ÉQUIPE CURIOSITY DE LA NASA AU JPL, À PASADENA LE 13 AOÛT 2012



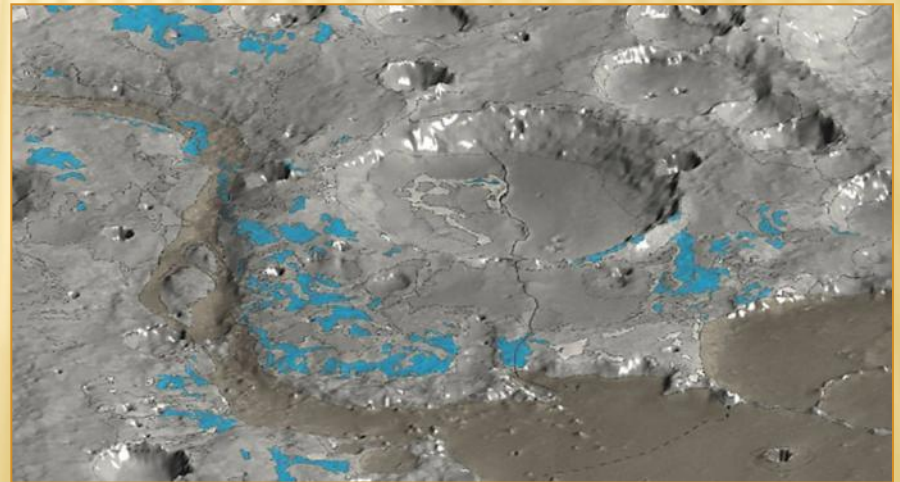
Jet Propulsion Laboratory
California Institute of Technology



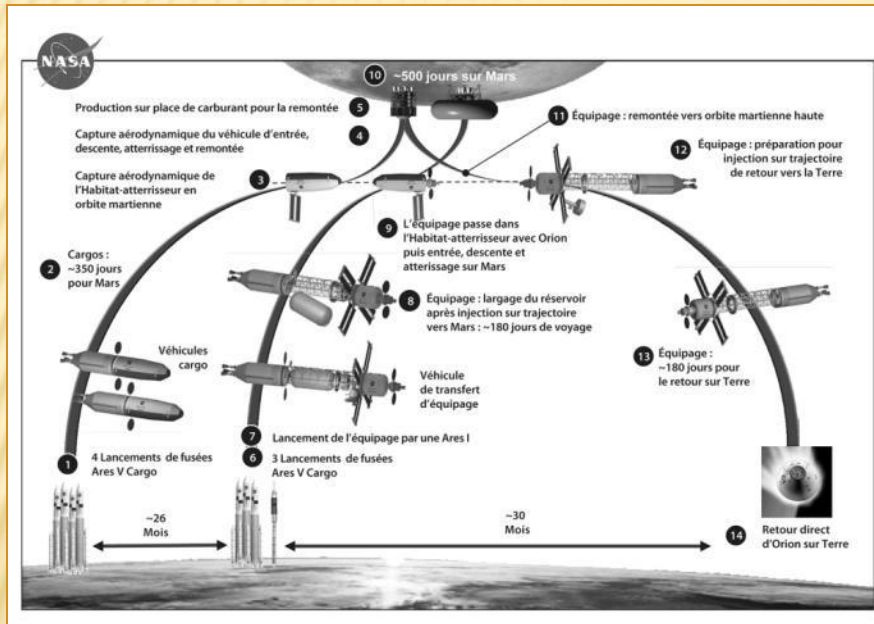
... ET UNE CONVERSATION AU SOMMET

MARS EXPRESS, UN SUCCÈS EUROPÉEN

- ✘ Après la perte de Mars-96, et sur proposition de la France et de l'Allemagne, l'ESA a construit la sonde *Mars Express*, lancée en juin 2003 et dotée d'instruments performants qui ont montré la présence de glace et d'argiles, preuves de l'existence ancienne d'eau sur Mars
- ✘ En revanche, l'atterrisseur britannique Beagle 2 n'a transmis aucun signal



L'HOMME SUR MARS ?



UN DES SCÉNARIOS DE RÉFÉRENCE DE LA NASA POUR UN VOL HUMAIN VERS MARS

- ✗ Une telle mission ne peut résulter que de la décision conjointe de plusieurs grands pays
- ✗ Aller sur Mars, par rapport à aller sur la Lune, équivaut à traverser l'Atlantique par rapport à traverser la Seine à la nage
- ✗ Chaque étape présente des risques fatals, dont le moindre n'est pas celui d'une éruption solaire

L'avenir de l'exploration planétaire
Une vision européenne

HORIZON 2040

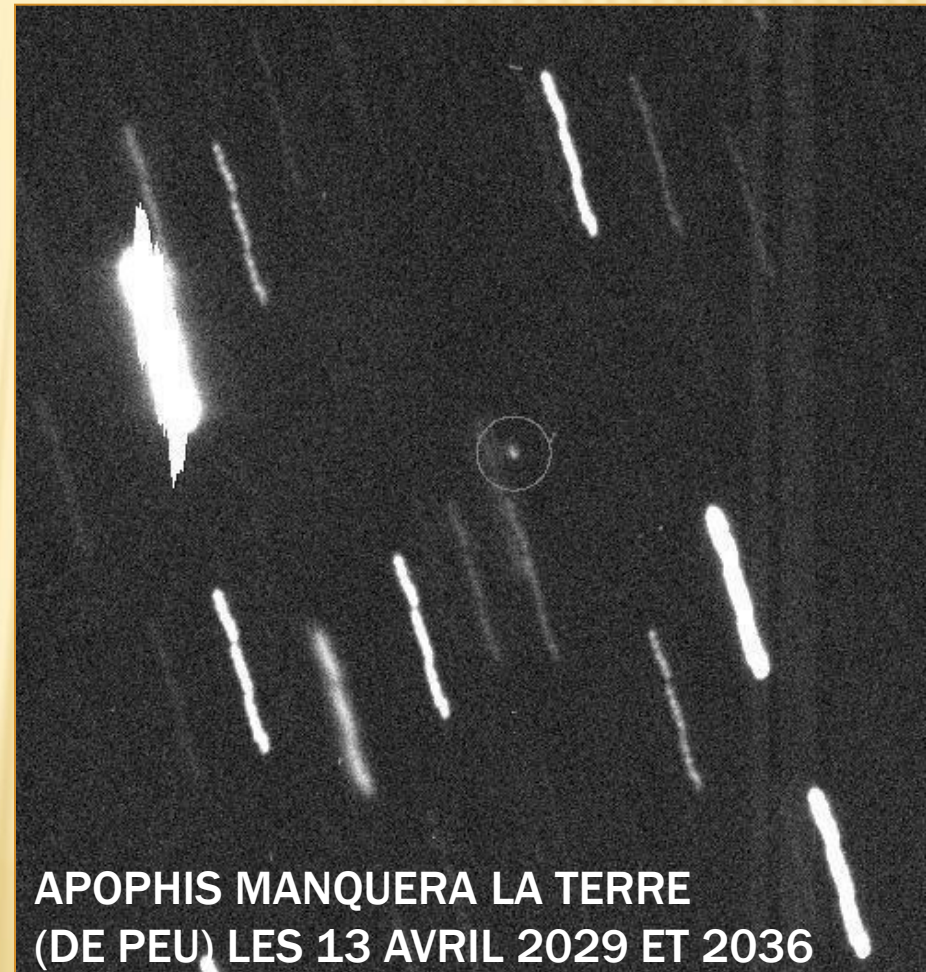
L'AVENIR DE L'EXPLORATION PLANÉTAIRE

× Quelles motivations ?

- + La curiosité, la soif de connaissance
- + Sauvegarde de l'espèce humaine
- + Objet de coopération mondiale
- + Retombées technologiques
- + Formation et éducation à la science
- + Objectifs militaires et de défense
- + Prestige, fierté nationale
- + Exploitation des investissements (matériels et humains)
- + Recherche de l'origine de la vie
- + Colonisation de l'univers

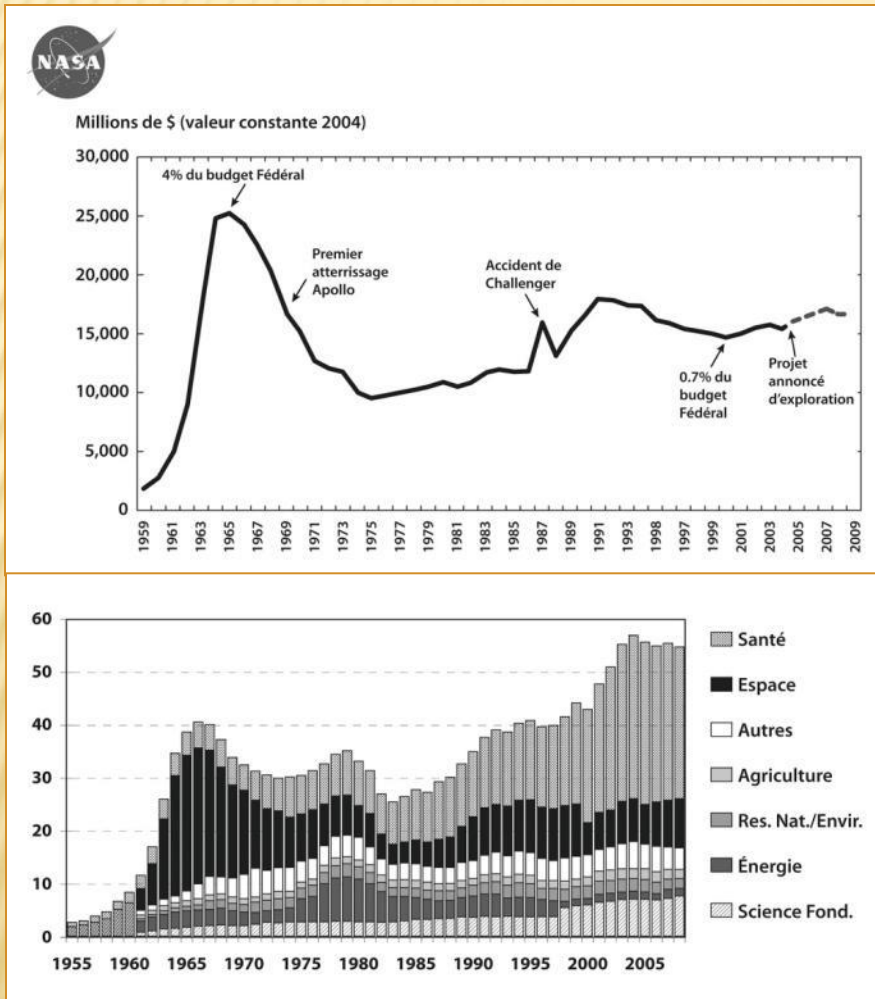
LA « GÉO-INGÉNIERIE » SPATIALE

- ✘ La Géo-ingénierie, un rêve fou d'apprentis-sorciers
- ✘ La « Terraformation », une spéculation sans portée pratique
- ✘ Le risque de collision avec un astéroïde, un événement peu probable, mais qui ne peut être ignoré



**AOPHIS MANQUERA LA TERRE
(DE PEU) LES 13 AVRIL 2029 ET 2036**

LA BAISSÉ DES RESSOURCES BUDGÉTAIRES



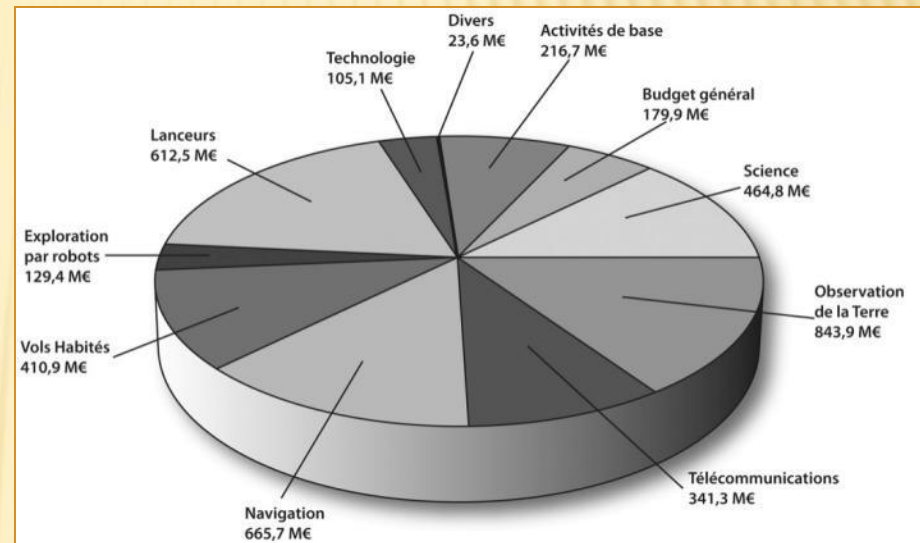
- ✘ De 4 % du budget fédéral en 1965, le budget de la NASA est tombé à 0,5 % en 2010
- ✘ Jadis premier budget de R&D américain, l'espace est désormais loin derrière la santé
- ✘ Les dix plus importants budgets spatiaux (USA, Japon, Russie, France, Chine, Allemagne, Inde, Italie, Royaume Uni, Canada) représentent plus de 90 % de la dépense mondiale, avec une tendance à la baisse ou au mieux à la stagnation

SCIENCE ET POLITIQUE

- ✘ Jusqu'en 1985, à quelques exceptions près (missions *Pioneer* et *Voyager* vers les planètes géantes), le ressort principal de l'exploration spatiale a été politique.
- ✘ De 1985 au milieu des années 2000, la coopération internationale tend à devenir la règle, et la science prend le dessus dans la définition des missions spatiales et de leurs objectifs... à l'exception (de taille !) de l'ISS
- ✘ L'époque est désormais à la coopération multilatérale, « mondiale » (sauf le transport spatial), et à la convergence vers une « stratégie globale d'exploration »

UNE VISION EUROPÉENNE INDISPENSABLE

- ✘ Un budget spatial six fois moindre que celui des USA
- ✘ Deux projets phares: Galileo et GMES, dirigés vers les « applications »
- ✘ Manquent volonté et vision
- ✘ Il y a bien des pièges à éviter : la privatisation, l'envie de brûler les étapes, mais aussi des bénéfices importants à la clé pour « la société de la connaissance »
- ✘ Science et politique restent les deux piliers déterminants de l'avenir de l'exploration spatiale



L'ESA CONSACRE 4 MILLIARDS D'EUROS À SES PROGRAMMES OBLIGATOIRES ET OPTIONNELS, DONT 700 MILLIONS POUR L'EXPLORATION ET LES VOLS HABITÉS (UN PEU PLUS DE 1€ PAR HABITANT ET PAR AN), CONTRE PRÈS DE 11 MILLIARDS DE \$ POUR LA NASA

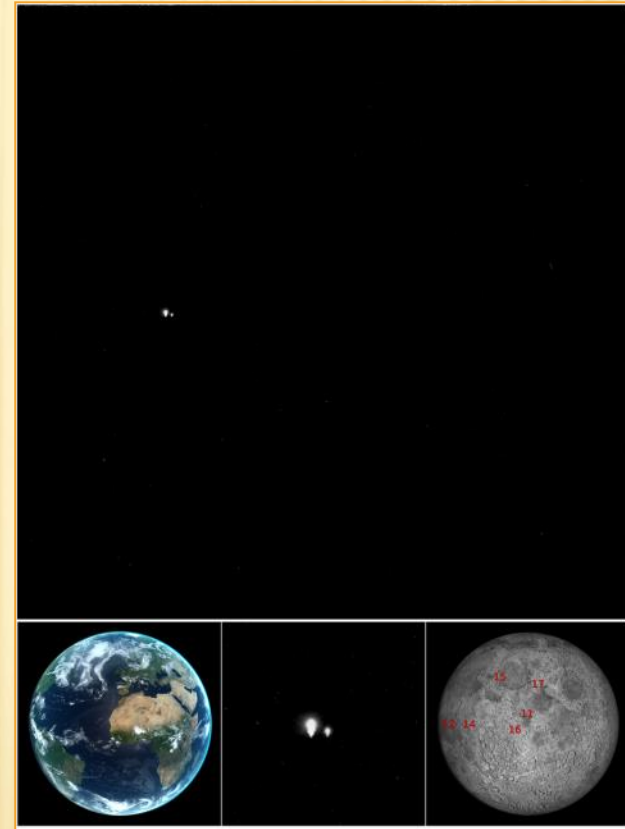
CONCLUSIONS

- ✘ « *Nous sommes comme des papillons qui battent des ailes pendant un jour en pensant que c'est l'éternité* » (Carl Sagan, *Cosmos*)
- ✘ « *Et dès lors, nous sortîmes pour revoir les étoiles* » (Dante, *La Divine Comédie*)
- ✘ « *Voir la Terre comme nous la voyons maintenant, minuscule et belle dans l'éternel silence où elle flotte, c'est nous voir nous-mêmes voyageant ensemble sur la Terre, frères sur cette beauté brillante dans l'interminable lumière – des frères qui comprennent maintenant qu'ils sont vraiment frères* » (Archibald MacLeish, *Bubble of Blue Air*)

VUES PAR CASSINI



VUES PAR MESSENGER



LA TERRE ET LA LUNE, LE 19 JUILLET 2013