

Pour célébrer les 150 ans de l'École Centrale de Lyon



Cycle : AMENAGEMENT DE L'ESPACE

Aérospatiale : exploration ou conquête ?

par Valérie Cazes, EADS Astrium



www.efferve-sciences.ec-lyon.fr



Efferve'sciences

Aérospatiale: conquête ou exploration

Astrium Space Transportation

Valérie Cazes avec la contribution de Philippe Berthe et
Christophe Chavagnac - 11 Octobre 2007

All the space you need

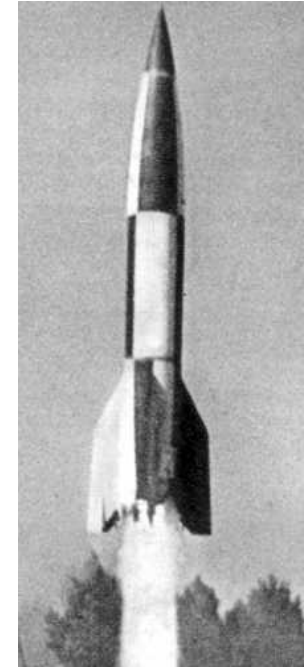


- **Histoire du transport spatial**
- Les particularités des lanceurs
- La famille des lanceurs en Europe
- Le futur et nos défis

Tout commence vraiment...

- En 1943 avec le V2 Allemand

- Moteur Alcool et Oxygène Liquide, poussée de 27 Tonnes
- Portée 300 km
- 400 exemplaires produits par mois en 1945



- Puis vient l'époque de la Guerre froide: la conquête de l'espace devint l'enjeu de la compétition entre les deux grands blocs

Le bloc soviétique remporte les premiers challenges...

4 octobre 1957

Satellite artificiel (83 kg)

SPUTNIK1

1959

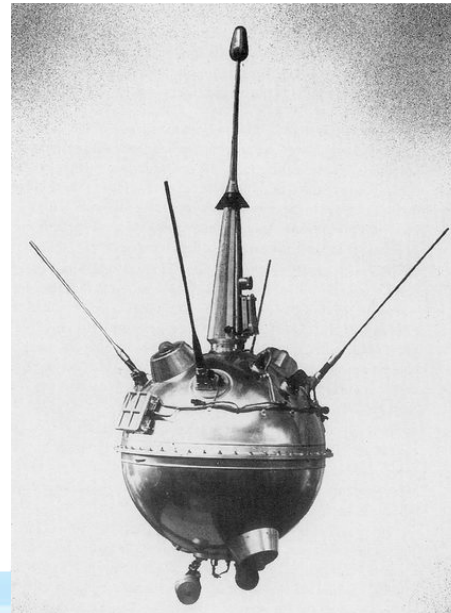
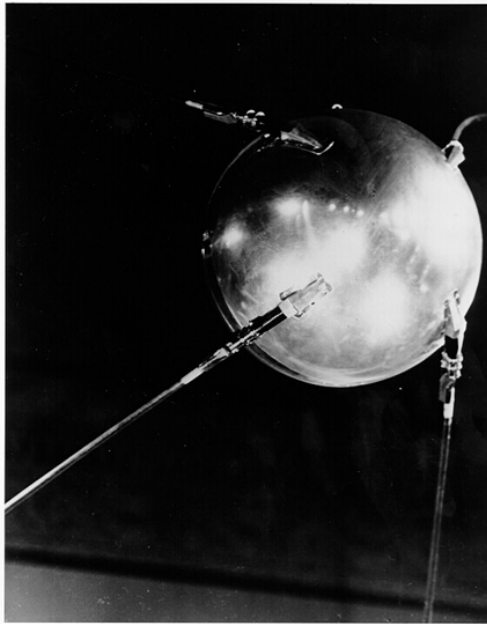
Impact sur la Lune (1 500 kg)

LUNA 2

12 avril 1961

Vol habité

VOSTOCK 1



Bientôt rattrapé par les Américains...

1964

Mission martienne

MARINER 4

1965

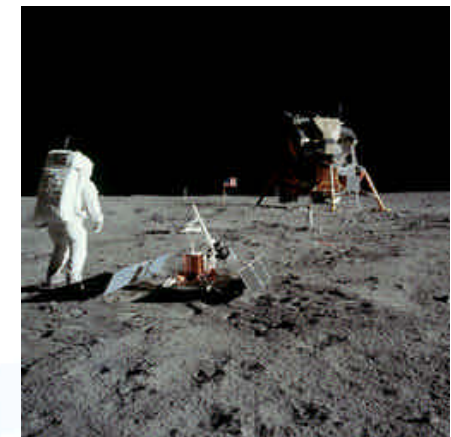
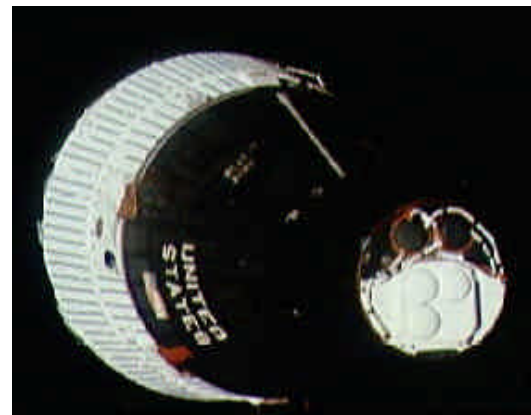
Rendez vous dans l'espace

GEMINI 6

21 juillet 1969

Homme sur la Lune

APOLLO 11



La compétition continue....

1971

Station spatiale

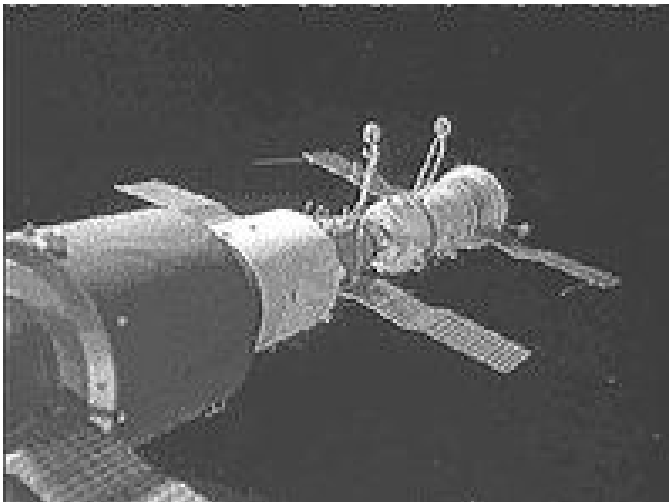
SALYUT 1

12 avril 1981

Lancement navette US

STS 1

Mais la chute du mur de Berlin le 9 novembre 1989
ralentit cette course à l'espace



Pendant ce temps là, l'Europe démarre...

- Fusées sonde françaises : VÉRONIQUE (1952-1961), VESTA
 - Propulsion liquide (6 tonnes)
 - Lancement depuis le Sahara puis kourou en Guyane
 - 1 340 kg au décollage
 - 60 à 100 kg de satellites
 - apogée : 70 km, puis 325 km (1961)
- "Pierres Précieuses" famille préparant la force de dissuasion: Agate, Saphir, ... (SEREB)



Pendant ce temps là, l'Europe démarre...

- **DIAMANT (1965-1975 - SEREB puis CNES)**
 - Trois étages (Azur L17, Rita P4, P0.7)
 - 12 vols / 2 échecs
 - lancement depuis le Sahara puis Kourou
 - 100 kg de satellite
- **EUROPA (1964-1971 - ELDO)**
 - Trois étages (Blue Streak - Coralie - Astris)
 - 8 vols / 8 échecs
 - lancement depuis Woomera (Australie) puis Kourou
- **ARIANE**
 - Démarrage du programme en 1973



Ariane 1 to 4 : un héritage solide

143 vols entre 1979 et 2002 dont 74 succès d'affilée



ARIANE 1
24/12/79 - 22/02/86
Masse : 249 000 kg
GTO masse : 1 850 kg

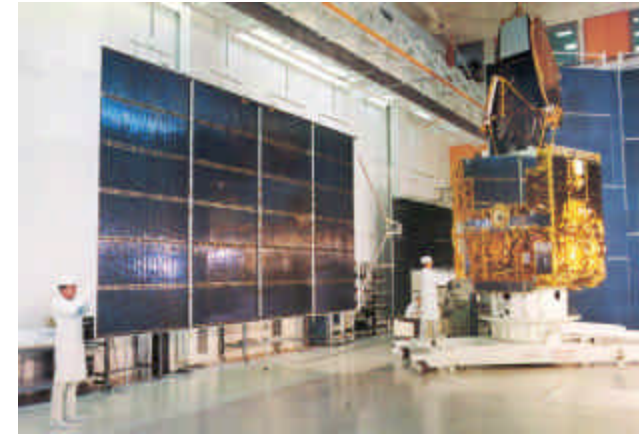
ARIANE 3
04/08/ 84- 12/07/89
Masse : 248 000 kg
GTO masse : 2 580 kg

ARIANE 44LP
1er lancement A4 15/06/88
Masse : 420 000 kg
GTO masse : 4 290 kg

ARIANE 44L
Dernier lancement A4 17/12/02
Masse : 470 000 kg
GTO masse : 4 790 kg

Pourquoi des missions spatiales aujourd'hui?

- ☐ Télécommunications (de loin la plus importante catégorie)
- ☐ Missions scientifiques interplanétaires
- ☐ Navigation
- ☐ Astronomie en orbite terrestre
- ☐ Observation de la Terre
- ☐ Météorologie
- ☐ Missions de prestige, vols habités



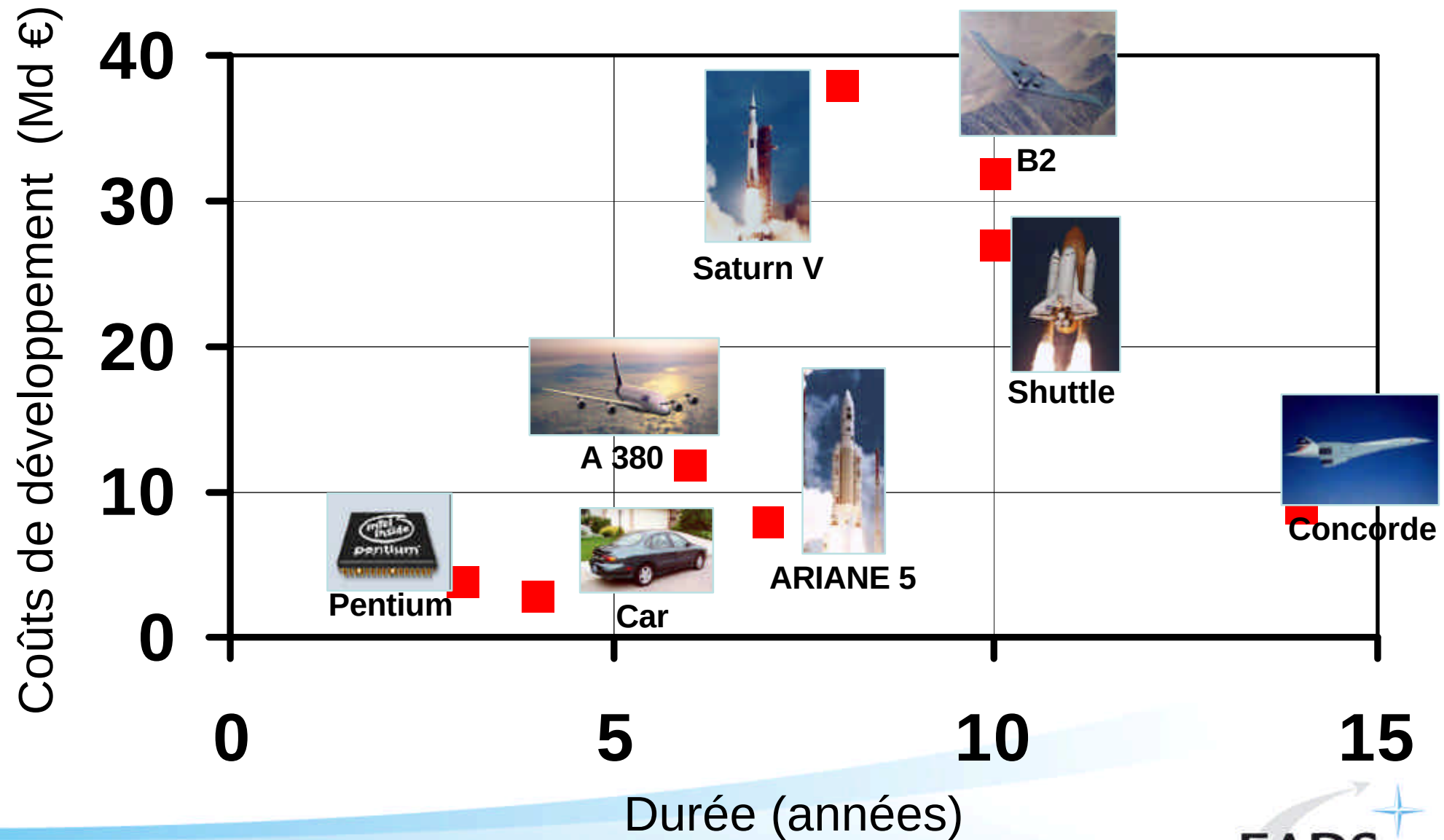
Sommaire

- Histoire du transport spatial
- **Les particularités des lanceurs**
- La famille des lanceurs en Europe
- Le futur et nos défis

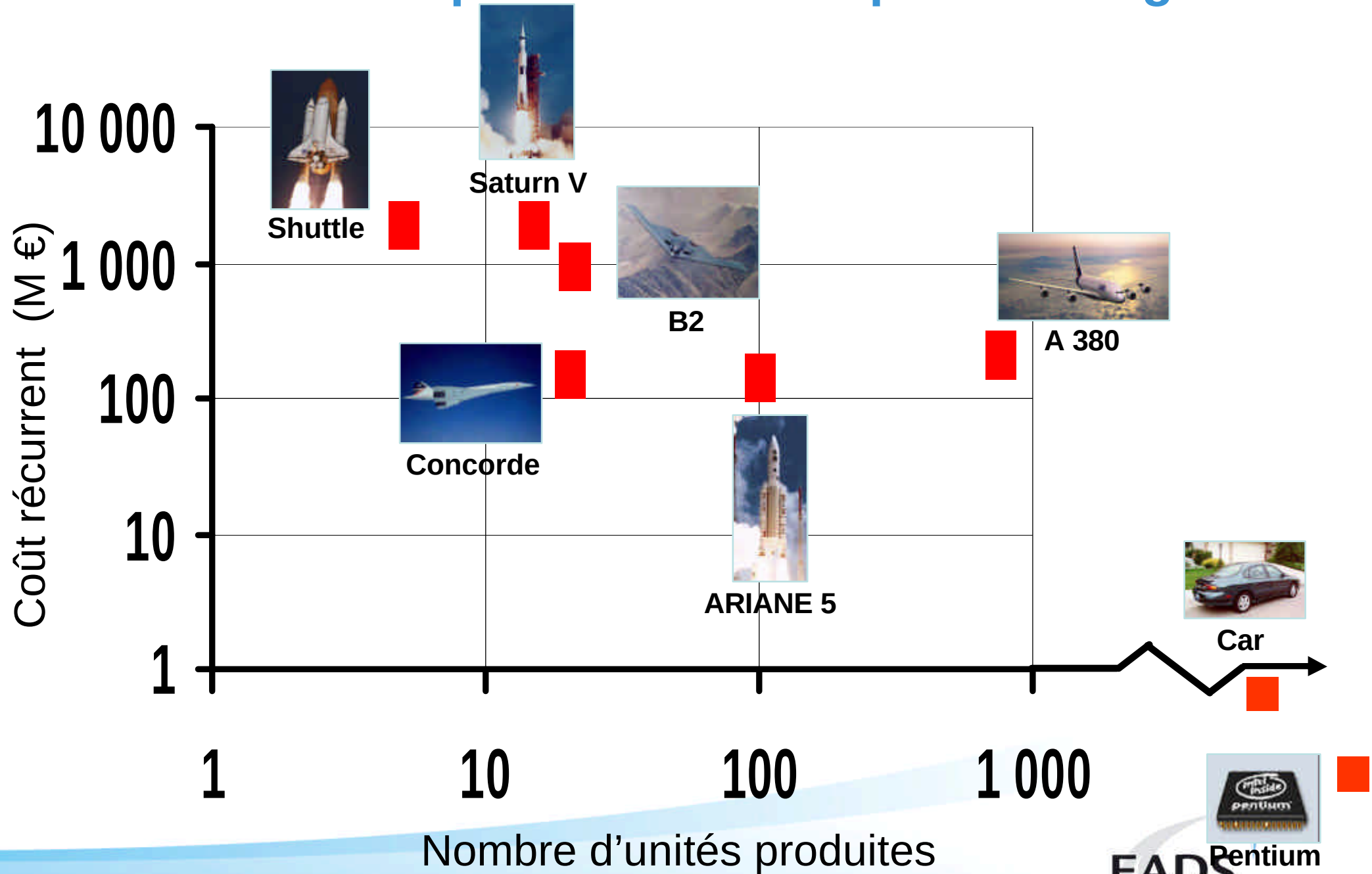
Un secteur singulier

- Assez peu de commonalités avec les autres industries
- Pas d'existence possible sans support des gouvernements
- Seuls des pays industrialisés (ou avides de démontrer leur puissance) sont capables de construire des lanceurs

Les lanceurs comparés à d'autres produits high tech

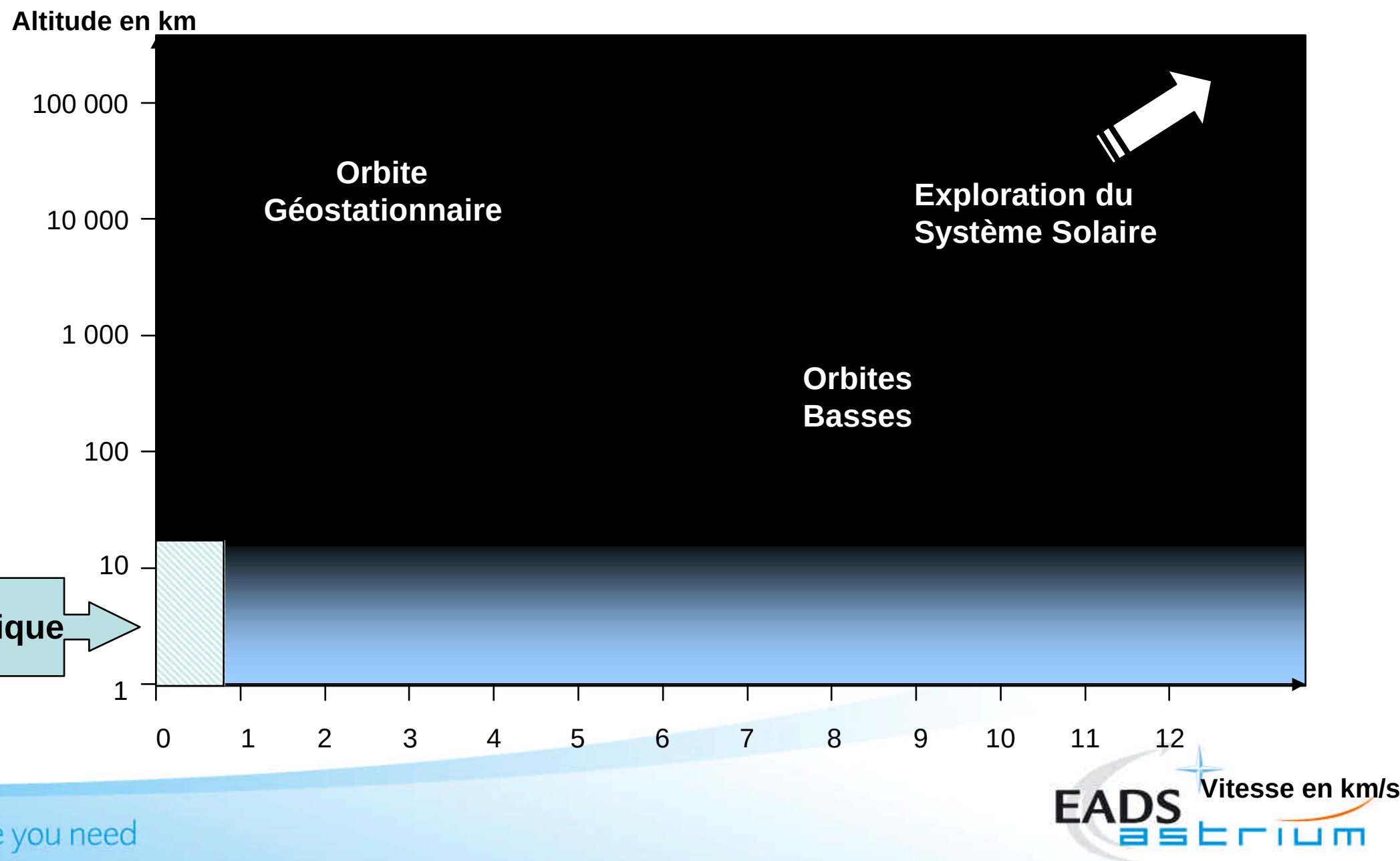


Les lanceurs comparés à d'autres produits high tech



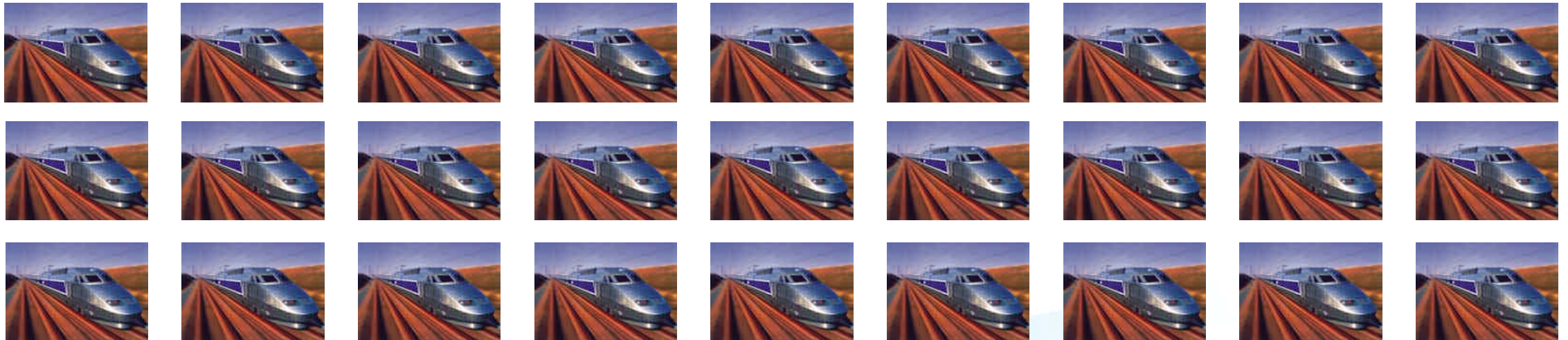
This document is the property of Astrium. It shall not be communicated to third parties without prior written agreement. Its content shall not be disclosed.

Les lanceurs: plus haut, plus vite



Les lanceurs: un concentré d'énergie

- Ariane 5 fournit 150 MW pour mettre 2 satellites de 3 tonnes en orbite
- Ariane 5: la puissance de 27 TGV dans une masse voisine du quart d'un TGV
- L'énergie vient des ergols qui en brûlant dans les moteurs produisent des gaz, dont l'éjection à très grande vitesse propulse la fusée



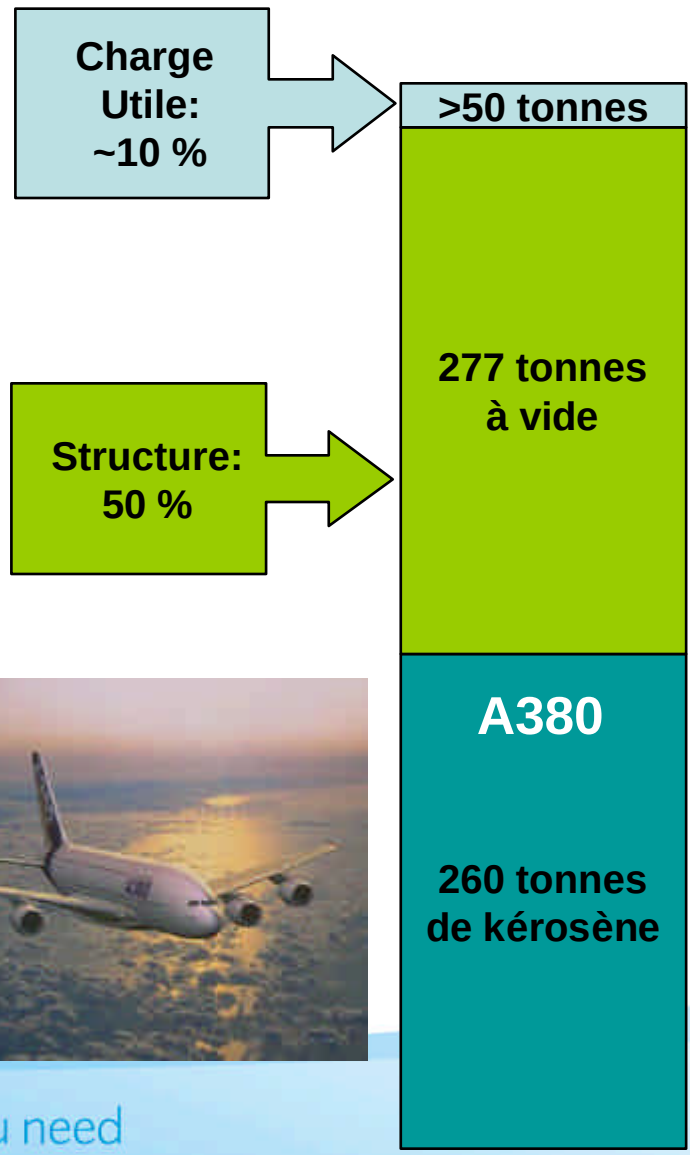
Puissance TGV: 8,8 MW, Masse à vide d'une rame: 385 tonnes

Plus le véhicule va vite et haut, plus ses structures doivent être légères

Astrium Space Transportation

This document is the property of Astrium. It shall not be communicated to third parties without prior written agreement. Its content shall not be disclosed.

All the space you need

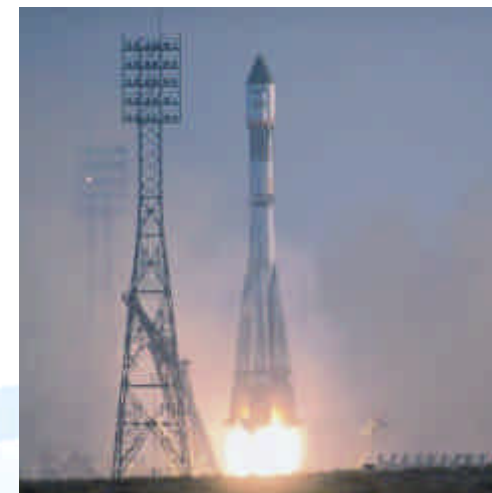


Sommaire

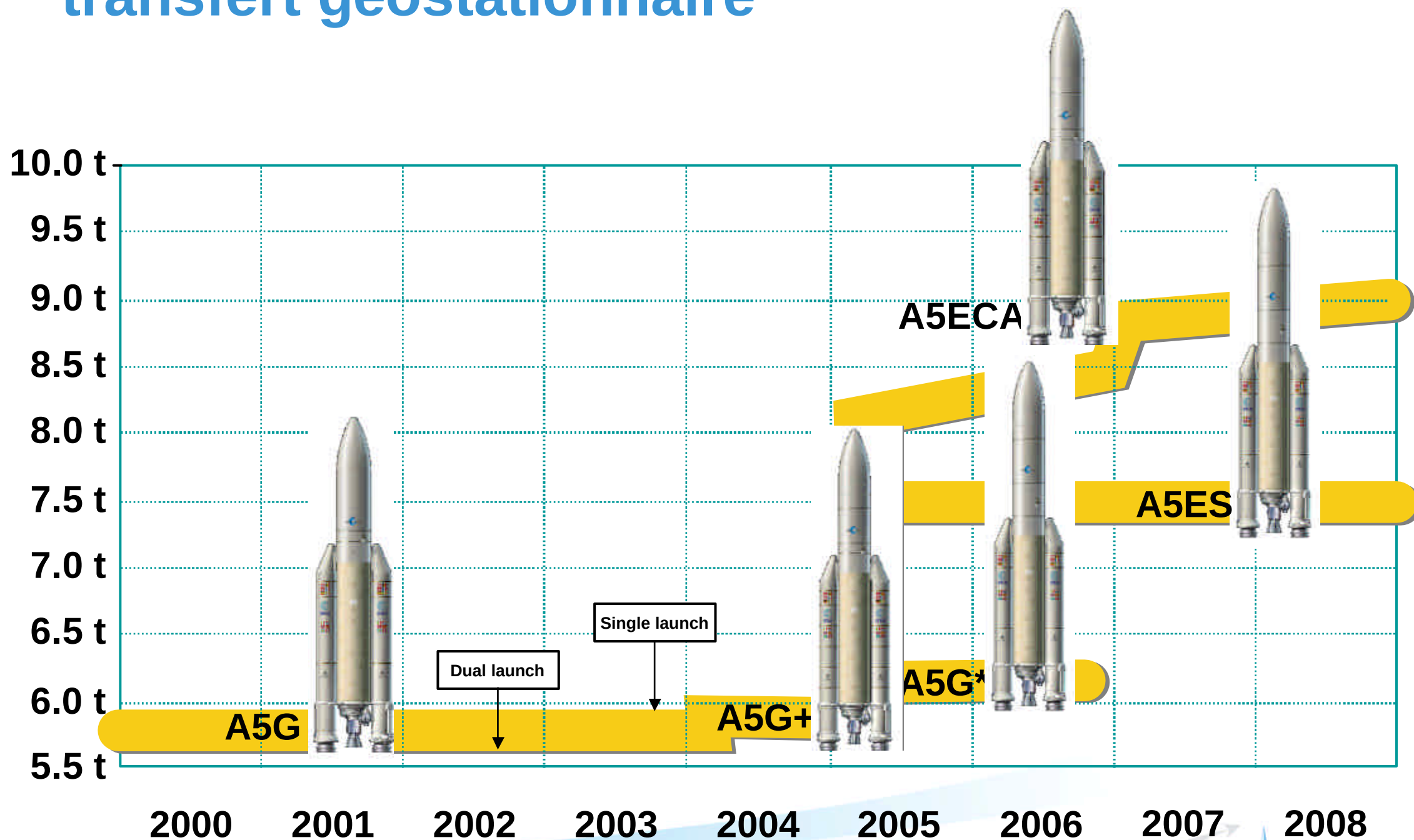
- Histoire du transport spatial
- Les particularités des lanceurs
- **La famille des lanceurs en Europe**
- Le futur et nos défis

Les lanceurs en Europe

- Ariane 5
 - 34 vols depuis 1996
 - 20 succès d'affilée
- Vega
 - 1^{er} vol prévu fin 2008
- Soyouz via Starsem
 - 17 vols depuis 1999
 - 1^{er} vol depuis la Guyane fin 2008
- Rockot via Eurockot
 - 7 vols depuis 2000



Ariane 5: ses performances sur l'orbite de transfert géostationnaire



Coiffe (Oerlikon)

Protège les satellites pendant la traversée de l'atmosphère
12 à 17 m de hauteur

Sylda (Astrium ST)

Structure protégeant le satellite bas et supportant le satellite haut

Case à équipements
Cerveau du lanceur

ESC-A (Astrium ST)

Hauteur: 7.4 m
Diamètre: 5.4 m
Masse sèche: 3.3 tonnes
Ergols: 12 tonnes LOX
2,6 tonnes LH2
Poussée: 6,5 Tonnes
Durée: 970 s

HM 7B (SNECMA)

Poussée: 6,5 Tonnes

EAP (Europropulsion)

Hauteur: 31 m
Diamètre: 3 m
Masse sèche: 40 tonnes
Epaisseur enveloppe : classe 10 mm
Pression interne: 60 bars
Propergol solide: 240 Tonnes
Poussée: 600-650 Tonnes
Durée: 150 s

EPC (Astrium ST)

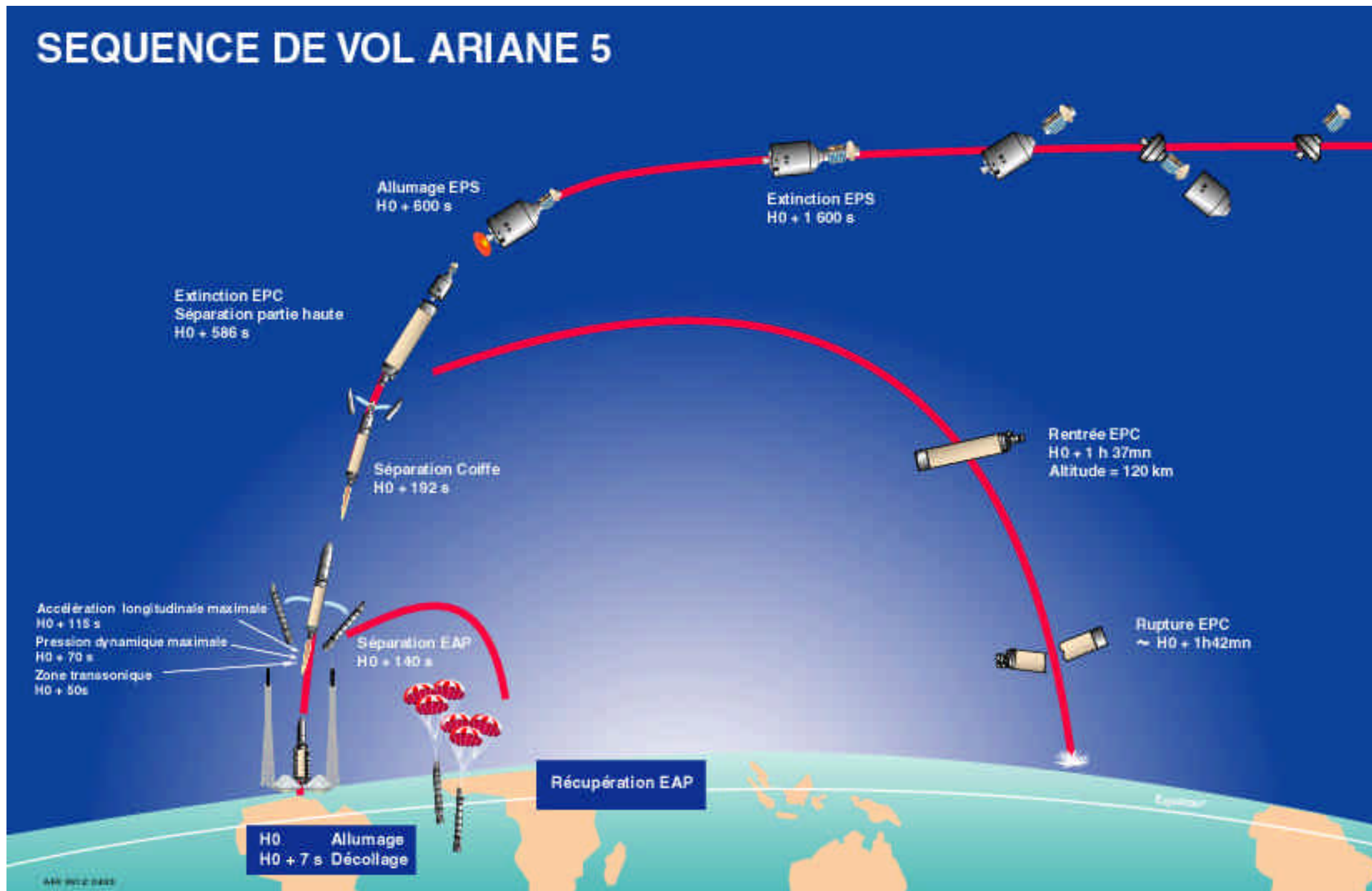
Hauteur: 30 m
Diamètre: 5,4 m
Epaisseur réservoir: classe du mm
Masse sèche: 14,2 Tonnes
Ergols: 149 Tonnes LOX
25 tonnes LH2
Poussée: 135 Tonnes
Durée: 530 s

Vulcain 2 (Snecma)

Poussée: 135 Tonnes



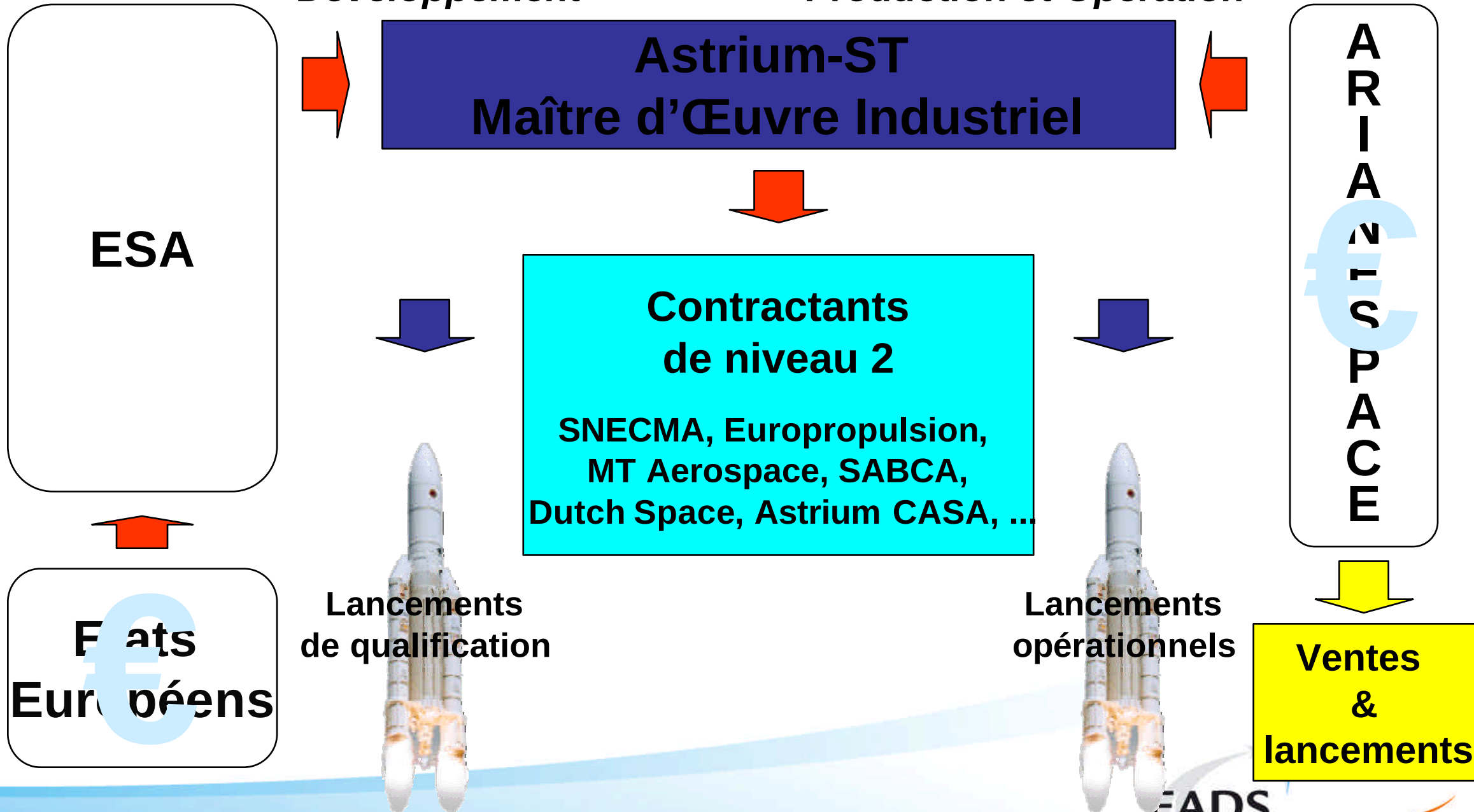
Séquence de vol Ariane 5



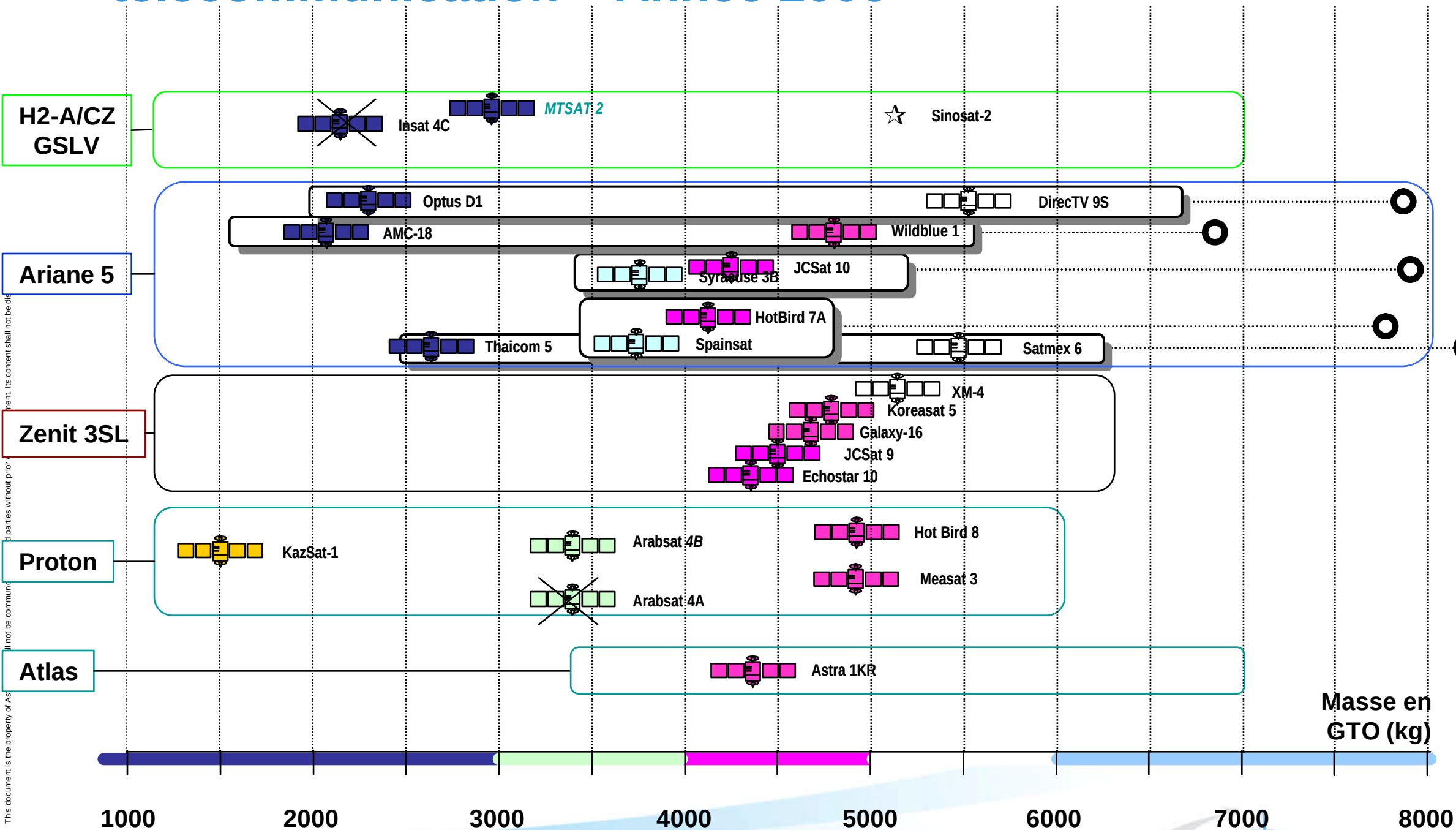
Organisation du programme Ariane 5

Développement

Production et Operation



La place d'Ariane 5 dans le marché des satellites de télécommunication – Année 2006



= échec au lancement

Sommaire

- Histoire du transport spatial
- Les particularités des lanceurs
- La famille des lanceurs en Europe
- **Le futur et nos défis**

Lanceurs

■ Conserver la compétitivité d'Ariane 5

- Assurer un haut niveau de qualité et de fiabilité
- Le lanceur disponible en temps et en heure est un must
- Améliorer la productivité d'Ariane 5
- Le faire évoluer pour conserver sur le long terme sa capacité de lancement double
 - Prochaine étape 12 Tonnes de satellites
- Le rendre capable de l'ensemble des missions possibles

■ Préparer pour le plus long terme le lanceur du futur

- Recherche de concept diminuant les coûts d'accès à l'espace
- Technologies innovantes dans le domaine des structures, de la propulsion

Exploration dans le monde

Missions prévues et déclarations d'intention

	Satellite lunaire	Atterrisseur sur la Lune	Vol habité vers la Lune	Homme en orbite terrestre	Mars
USA	LRO 2008		Apollo 1969 Orion 12 2019	En cours	5 missions robotiques d'ici 2016
Russie	Luna Glob 2013		Tentative dans les années 60	En cours	Phobos Grunt 2008
Chine	Chang'e 1 2008	Chang'e 2 2012	Déclaration d'intention de se doter de la capacité	En cours	
Japon	Selene 1 2007	Selene 2 2013	Déclaration d'intention de se doter de la capacité	ISS en dépendance pour le transport	Mars 1 2014
Inde	Chandrayaan 1 2008	Chandrayaan 2 2011	?	Déclaration d'intention de se doter de la capacité	Satellite 2019
Europe	Mission allemande envisagée (2014)	?	?	Dépendance de l'ISS pour le transport	Exomars 2013-2015

Exploration et vol habité en Europe

■ Aujourd'hui : la Station Spatiale Internationale

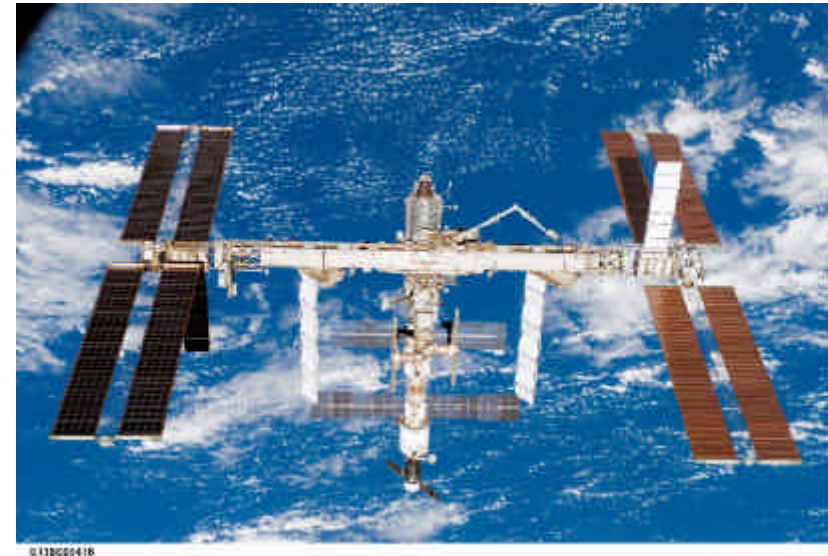
- Construction achevée en 2010
- Un module européen : Columbus
- Un véhicule de desserte, l'ATV, lancé par Ariane 5

■ Aujourd'hui : l'exploration scientifique

- Mars – Mars Express
- Venus – Venus Express
- Titan – Huygens
- Mercure - BepiColombo

■ Demain : exploration robotique et humaine de la Lune et de Mars

- Un programme cadre : Aurora
- Une mission déjà décidée : ExoMars



ExoMars

- Le premier engin européen qui se posera sur Mars
- Robot Mobile d'exploration de la surface
- Lancement prévu en 2013 par Ariane 5 ou Proton
- Mission orientée vers la recherche de traces de vie passée ou présente
- Capacité d'effectuer des forages à deux mètres de profondeur



Future exploration de la Lune

■ Missions scientifiques d'étude de la Lune

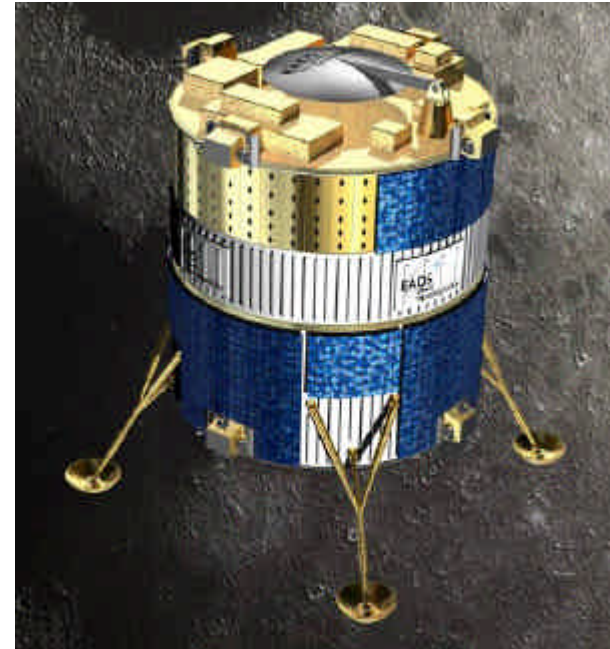
- Cartographie
- Géologie
- Retour d'échantillons

■ Missions scientifiques depuis de la Lune

- Observatoire radio-astronomique

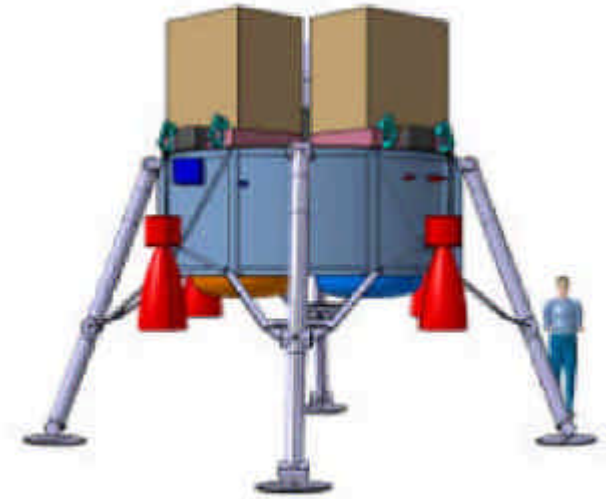
■ Station habitée à la surface de la Lune

- 2020-25



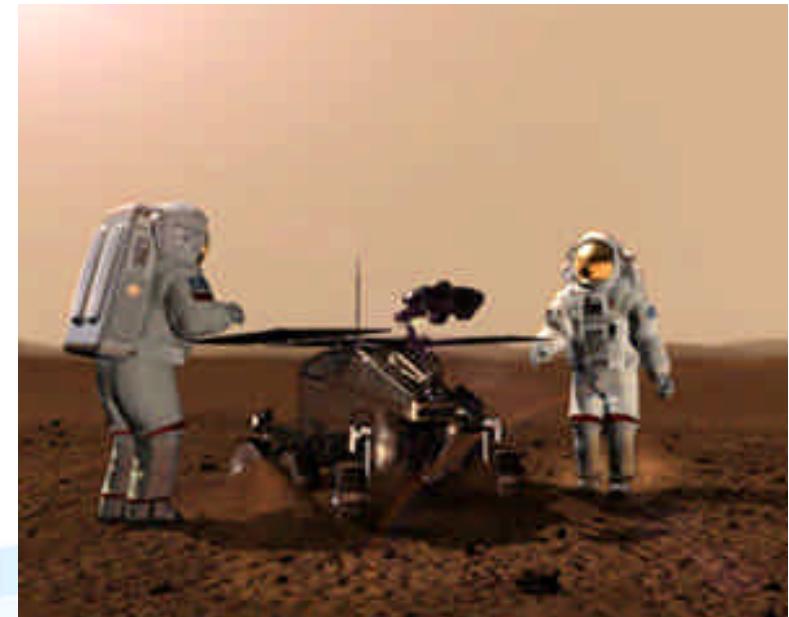
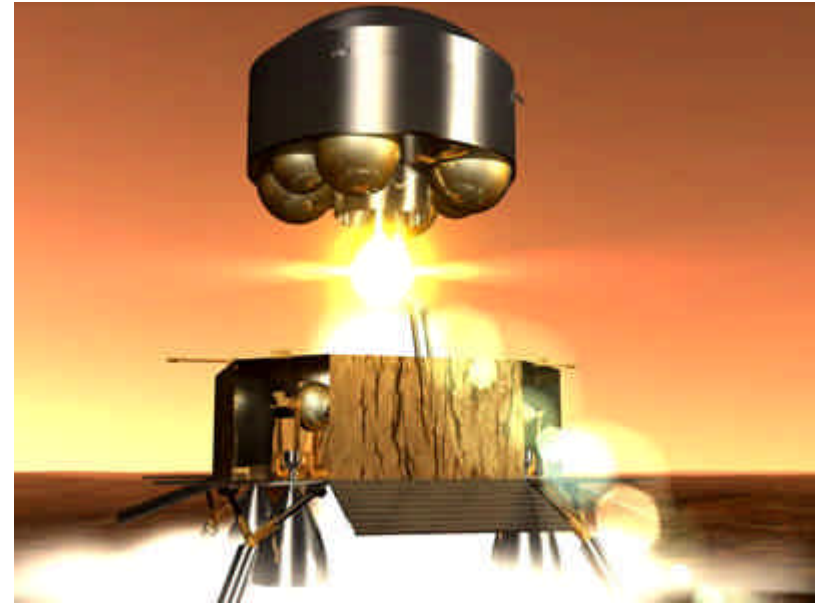
Accès à la Lune

- Véhicule de transport de fret
 - Ariane 5 peut amener plus de 1500 kg de fret à la surface de la Lune
- Transport d'équipage vers l'orbite lunaire
 - Projet CSTS – dérivé du Soyouz en coopération euro-russe
 - Lancé par Soyouz ou Ariane 5



Future exploration de Mars

- Continuer l'exploration robotique
- Mission de retour d'échantillons
 - Coopération internationale
 - Prévues pour 2025
- Le long terme : l'homme sur Mars
 - 2040
 - Mais il faudra commencer la préparation bien avant !



Qu'est-ce que le tourisme spatial suborbital?

- ❑ **Le tourisme spatial suborbital permet à un passager payant de faire une «excursion» aux limites de l'Espace**
 - Une vision unique de la Terre vue de l'Espace
 - Quelques minutes en apesanteur
- ❑ **Le Service de tourisme spatial**
 - Un voyage aller-retour vers le Port Spatial
 - Résidence de grand luxe pendant 1 semaine
 - Une phase de préparation
 - Check-up médical, familiarisation avec la mission,...
 - **Le vol spatial : 90 minutes incluant une montée à 100 km**
- ❑ **Les Ports Spatiaux**
 - Le Lieu où seront menées les missions ainsi que les phases de préparation pour les passagers
 - Un Parc Spatial connexe
 - Des activités de loisirs liés au domaine spatial : musées, simulateurs de vol
 - Des capacités d'hôtellerie



Les activités de tourisme spatial dans le monde

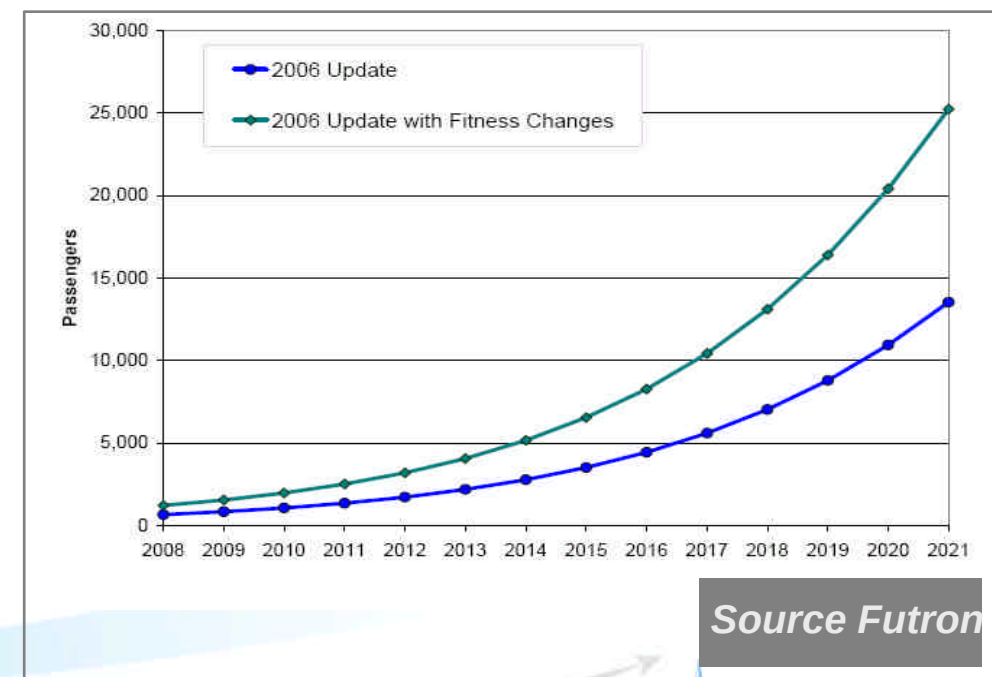
❑ La Compétition

- Plus de 40 projets à travers le monde
 - Quelques compétiteurs crédibles
 - Un certain nombre d'outsiders
- Des investissements lourds dans les Ports Spatiaux
 - Nouveau Mexique, Suède,...



❑ Le marché

- Les évaluations du marché montrent que plus de 15000 personnes par an sont prêtes à voler aux limites de l'Espace à l'horizon 2020
- D'autres applications possibles
 - Mission de sécurité nationale,



Le concept de véhicule suborbital d'EADS Astrium

❑ 4 Passagers & un pilote dans un véhicule de la taille d'un «business jet»

➤ Une vaste cabine qui offre un grand confort

- La possibilité de flotter dans la cabine comme un astronaute dans la Station Spatiale
- Une vue imprenable sur l'espace grâce aux nombreux hublots
- Le design des sièges type “hamac”
 - Éviter de subir le “voile noir” des pilotes de chasse

➤ Deux moteurs avion standard

➤ Un moteur fusée qui combine de l'oxygène et du méthane liquide

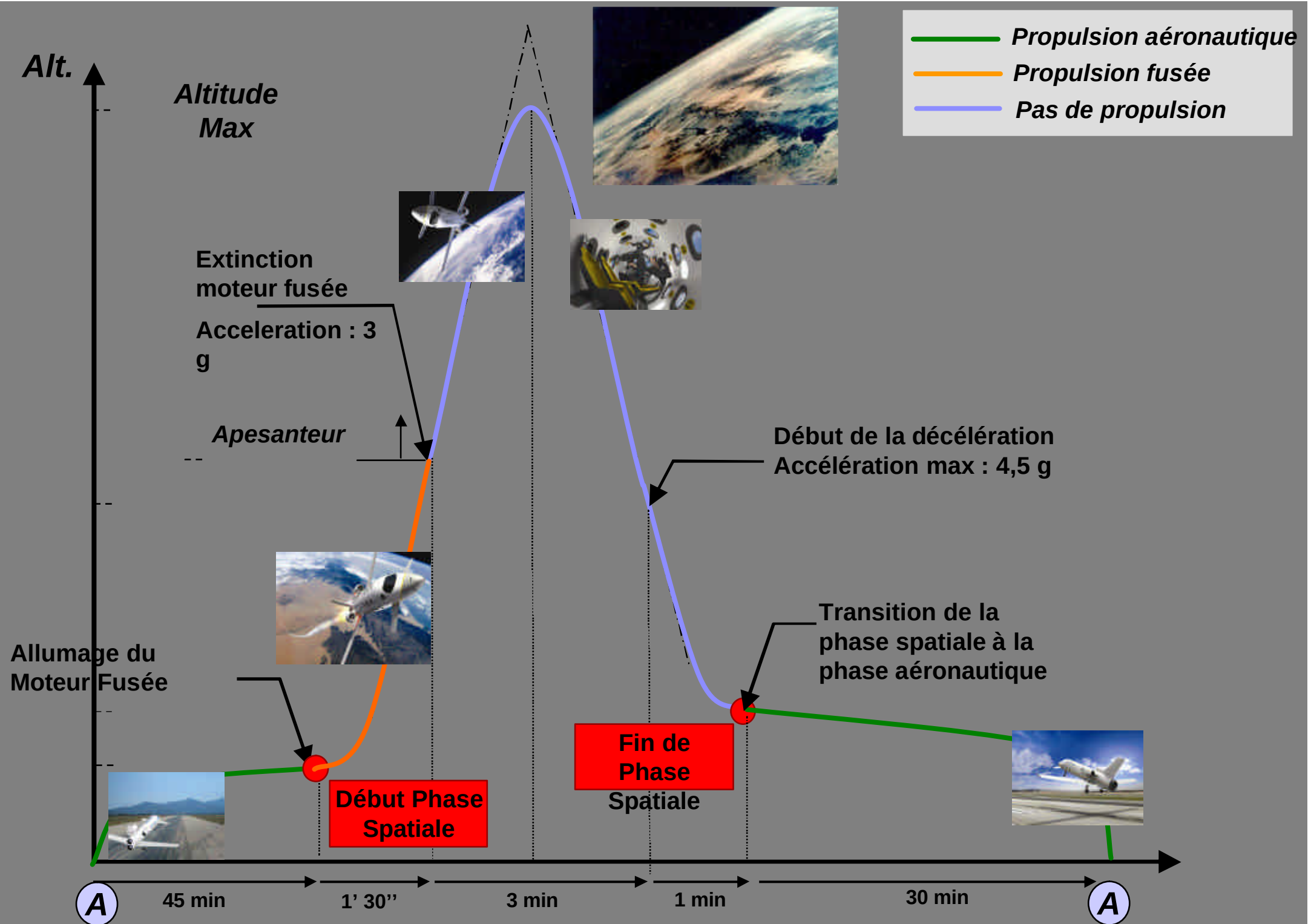
❑ Un véhicule pour voler pendant 10 ans au moins 1 fois par semaine

➤ Un prix inférieur en 2012 en supposant que le financement est ok

❑ 1 Milliard € pour le développement sur fonds privés



Profil de Mission



L'intérieur de la Cabine

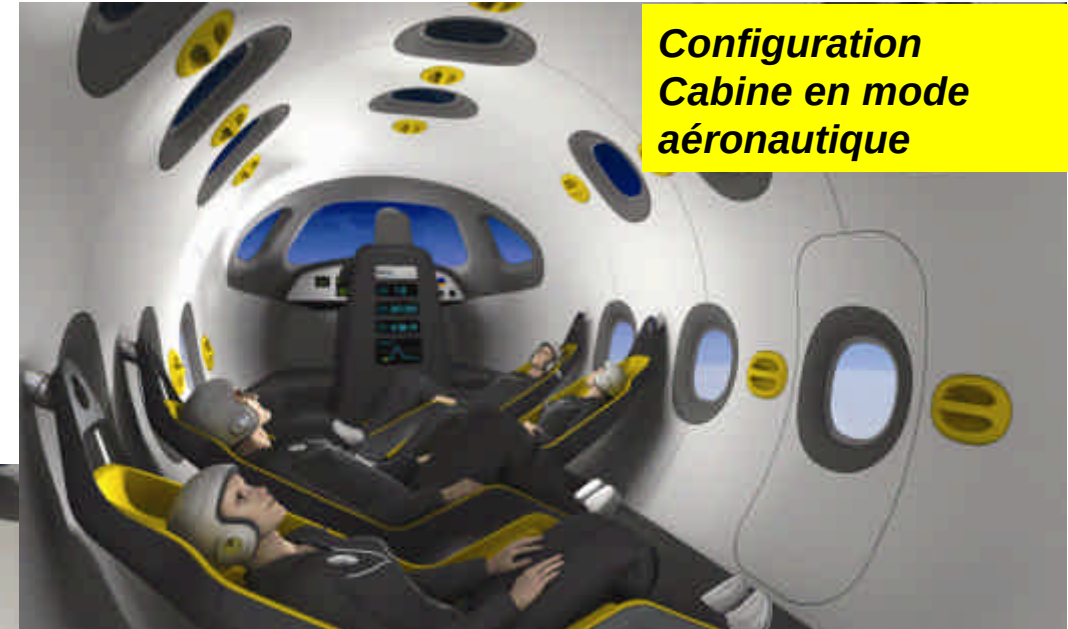
La maquette Echelle 1 de la cabine a été présentée au Salon du Bourget 2007

- Actuellement à la Cité de l'Espace à Toulouse

Configuration Cabine en mode apesanteur



Configuration Cabine en mode aéronautique



Configuration Cabine en mode fusée



Merci de votre attention !