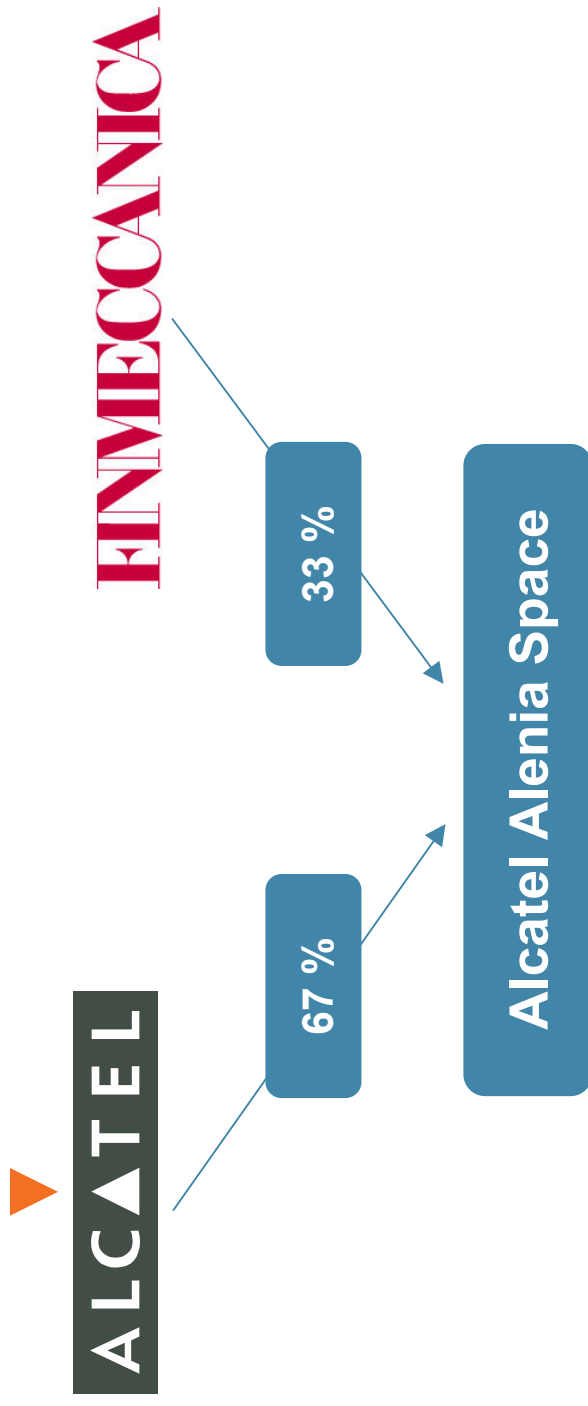


# Modélisation mathématique pour quelques problèmes de l'industrie spatiale

*S. Clerc (Sebastien.Clerc@AlcatelAleniaSpace.com)*  
*Département Recherche, Alcatel Alenia Space, Cannes la Bocca*

# Présentation d'Alcatel Alenia Space

L'addition de deux acteurs majeurs de l'industrie européenne



Leader européen pour les solutions spatiales  
Au premier plan pour les infrastructures orbitales

## Leader dans :

- Les systèmes et satellites commerciaux de télécommunications
- Les systèmes et satellites institutionnels européens
- Les systèmes de navigation par satellite
- Les systèmes et satellites océanographiques et météorologiques
- Les systèmes et satellites d'observation optique et radar
- Les satellites scientifiques
- Les systèmes et satellites d'observation et de communication pour la défense
- Les infrastructures orbitales et le transport spatial

[back](#)

[next](#)



➤ Salariés : 7 200

➤ 11 sites industriels en Europe

## Etats-Unis

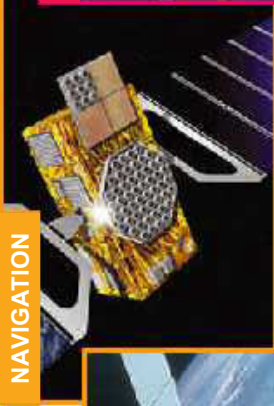


## Europe



## Dans les domaines suivants

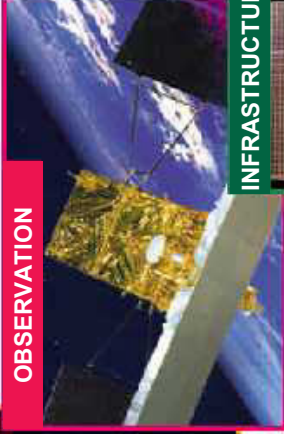
NAVIGATION



TELECOMMUNICATIONS



OBSERVATION



INFRASTRUCTURE ORBITALE



EQUIPEMENTS & ANTENNES



SCIENCE



TRANSPORT SPATIAL

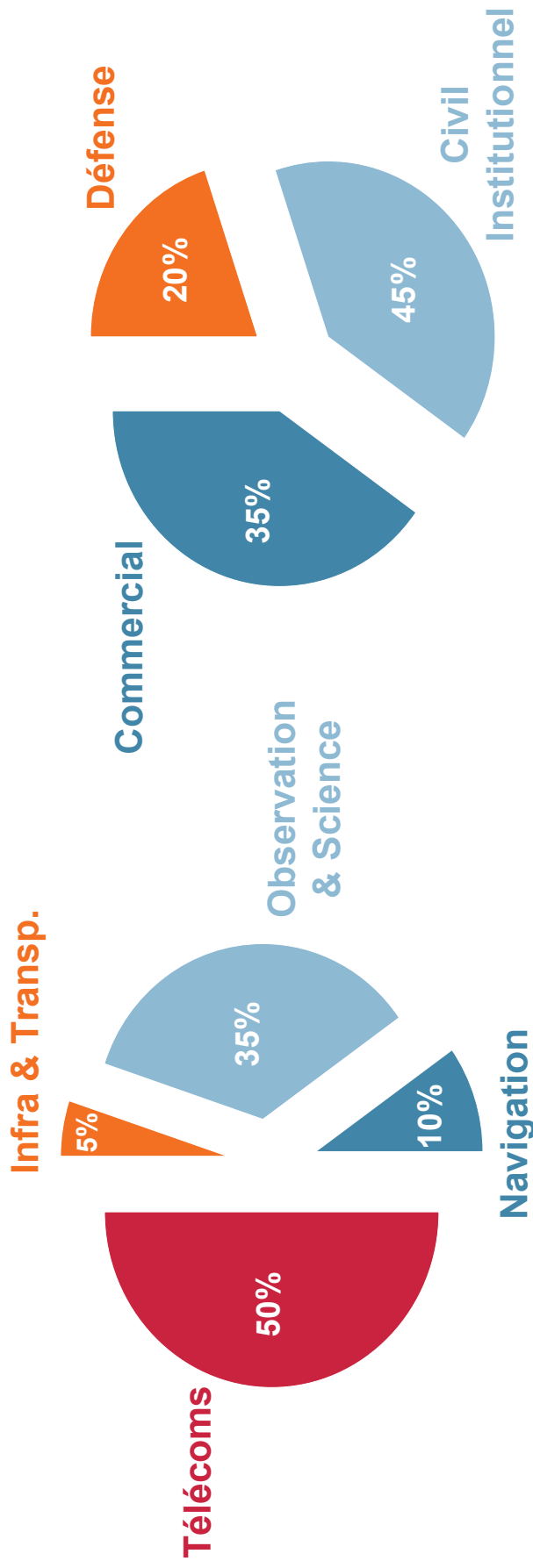


...

## Répartition des ventes

➤ **par domaine**  
(estimation 2005)

➤ **par client**  
(estimation 2005)





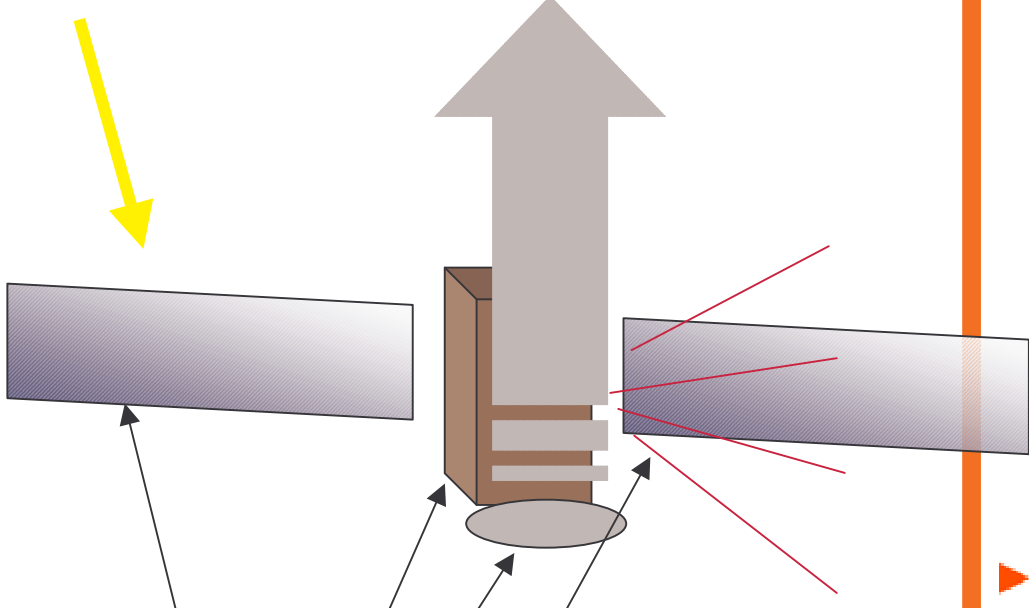
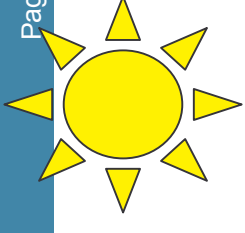
## ■ **Spécificité Alcatel Alenia Space**

- Existence d'un Département Recherche
  - Recherche = résultat non garanti
  - Possibilité de mener des actions de recherche à moyen terme
  - Interface idéale avec le monde académique
- Réseau recherche (France et Italie)
  - Identifier les activités à caractère amont en dehors du Département Recherche

## ■ **Département Recherche : 4 services**

- Plate-forme et satellites
- Observation/science
- Charge utiles Telecom
- Réseaux

## Exemples de problèmes d'ingénierie du satellite



### Puissance

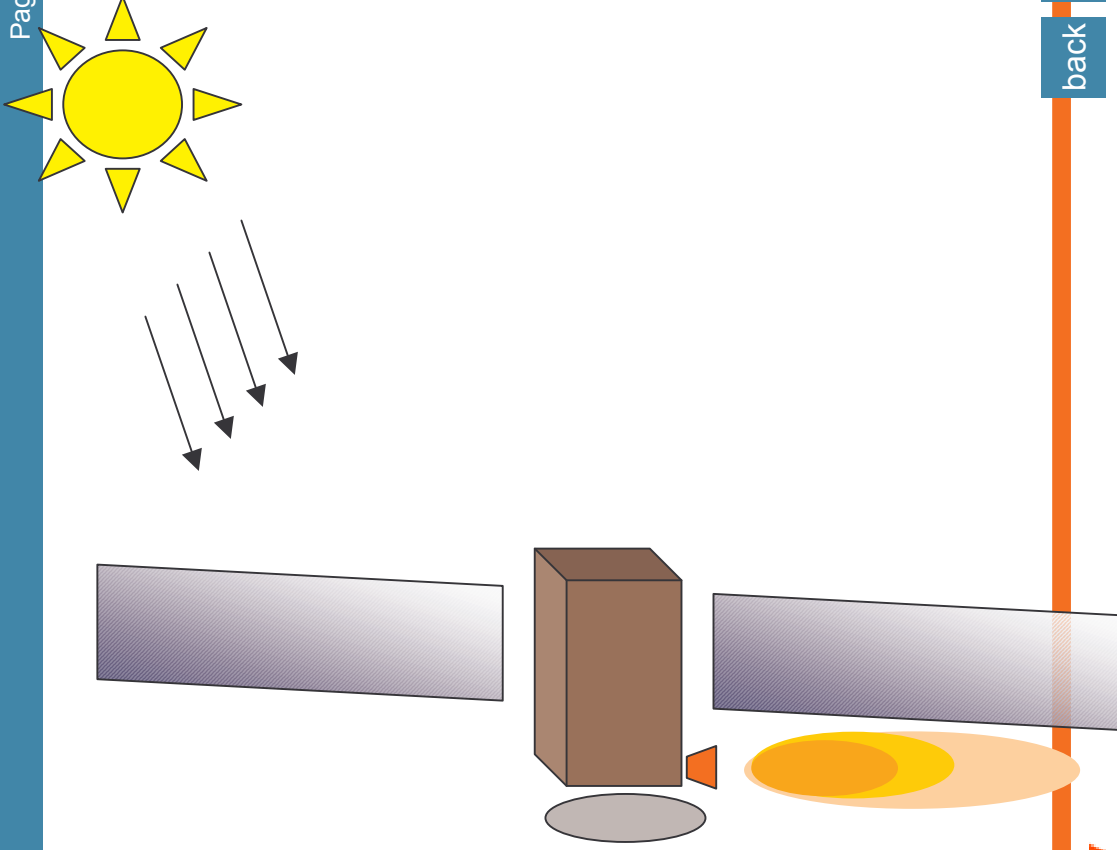
- Production (panneaux solaires)
- Transport et stockage
- Conversion (charge utile)
  - Dissipation thermique
- Transport et évacuation de la chaleur par rayonnement

### Environnement naturel

- Particules chargées
- Micrométéorites

### Interactions sous-systèmes

- Contamination, érosion, etc.



## Mécanique

### ■ Contraintes au lancement

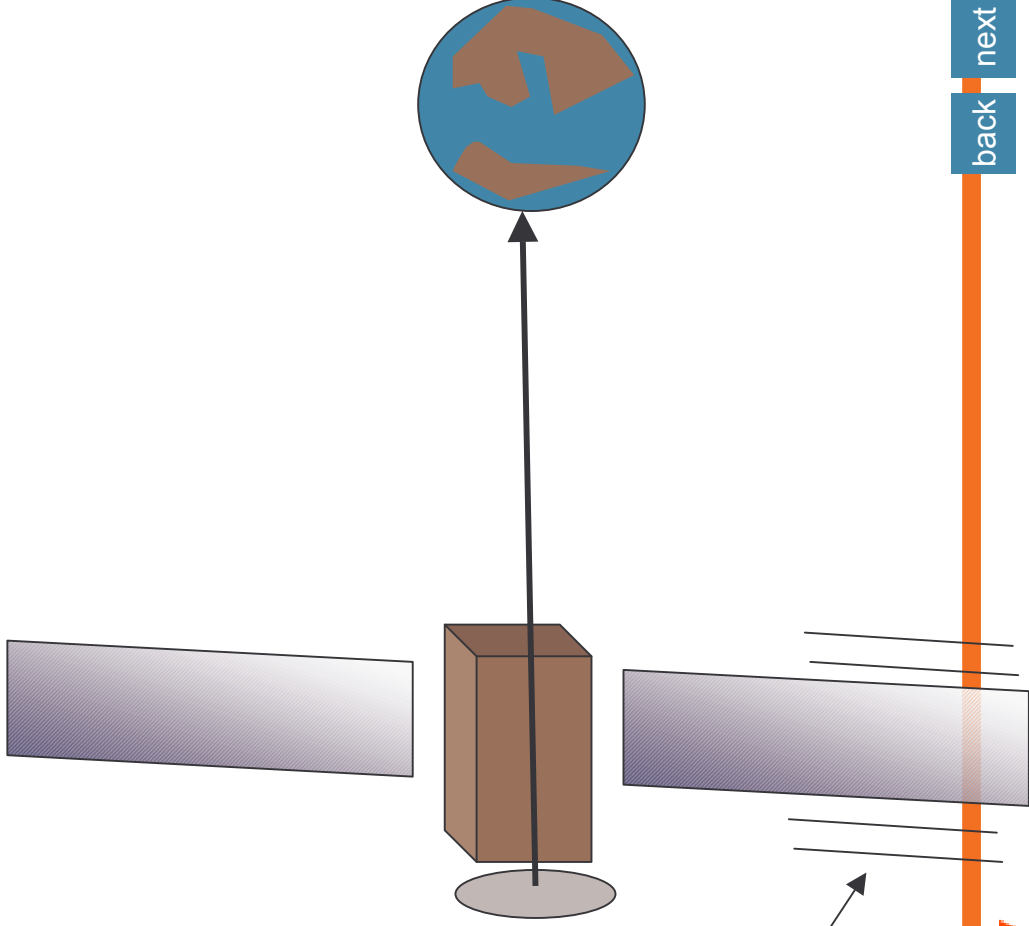
### Contrôle d'attitude et position

### ■ Pointage charge utile

### ■ Interactions

- Fluides (ergols)

- Modes souples



# Le rôle de la modélisation numérique

## ■ Spécificités industrie spatiale

- Fiabilité sur une durée de vie longue sans maintenance
  - Retour d'expérience difficile
  - Contraintes d'environnement
    - Lancement, vide, micro-gravité, radiations, etc.
    - Difficile à reproduire au sol
  - Développement des “systèmes spatiaux” (constellation, vol en formation, etc.)
    - Comportement complexe
- Simulation indispensable
- Validation problématique

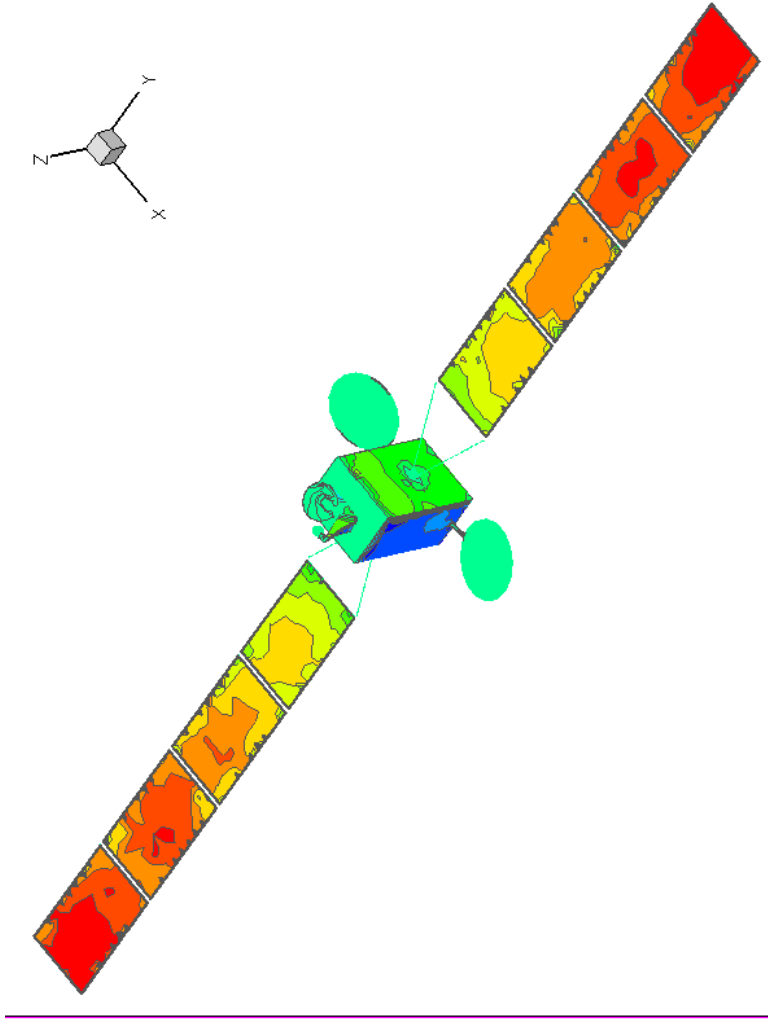
- Différents niveaux de modélisation
  - Modèle “coin de table” (règle de trois, Matlab, excel)
    - Répondre rapidement à une question imprévue : innovation, REX, etc.
  - Modèle simple (Matlab, COMSOL, DMAP NASTRAN, etc.)
    - Calculs rapides (dimensionnement, etc.)
    - Personnalisation d’outils existants
  - Code proprement dit
  - Suite logicielle (pré/post, bases de données, documentation, formation)
- Différents statuts
  - Code “propriétaire”
  - Code co-développé (partenariat industriel et/ou académique)
  - Code commercial
- Différents niveaux de maturités
  - Du code “historique” aux développements en cours



## ■ SPARCS

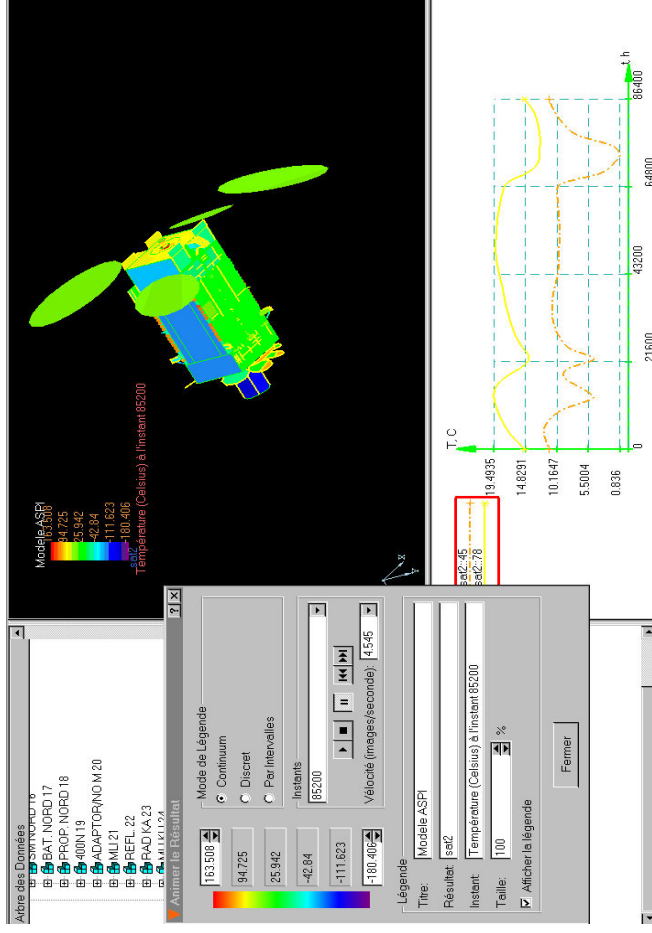
- Logiciel de calcul de l'interaction satellite / particules chargées

Charge électrostatique d'un satellite de télécom durant un orage magnétique



**CORATHERM**

- Logiciel d'analyse thermique (conductif et radiatif)

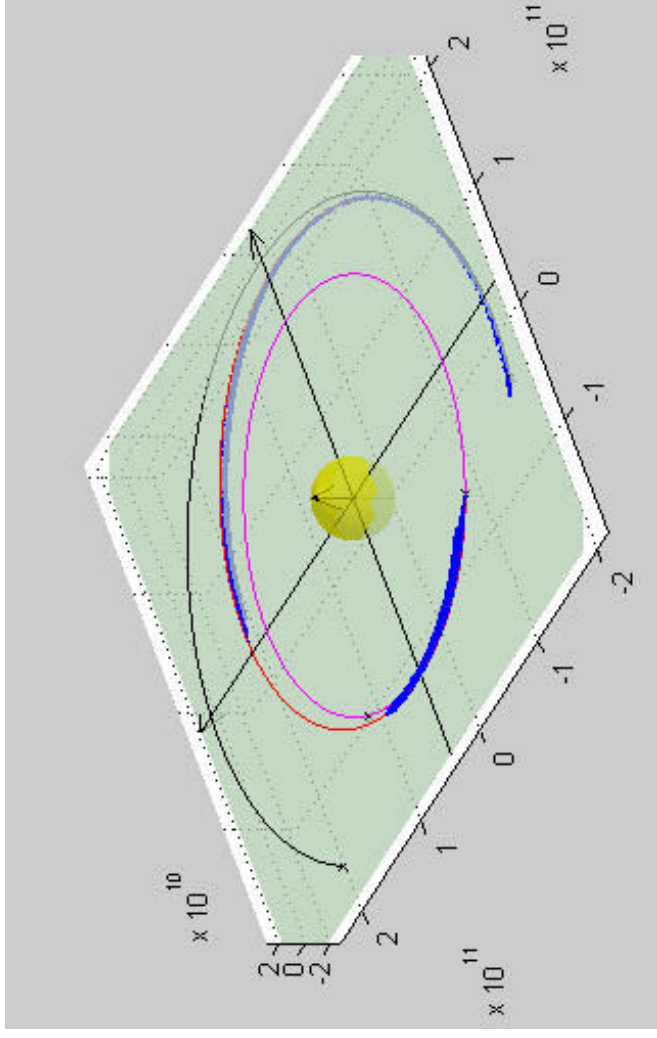


Température en surface pour un satellite de télécommunication

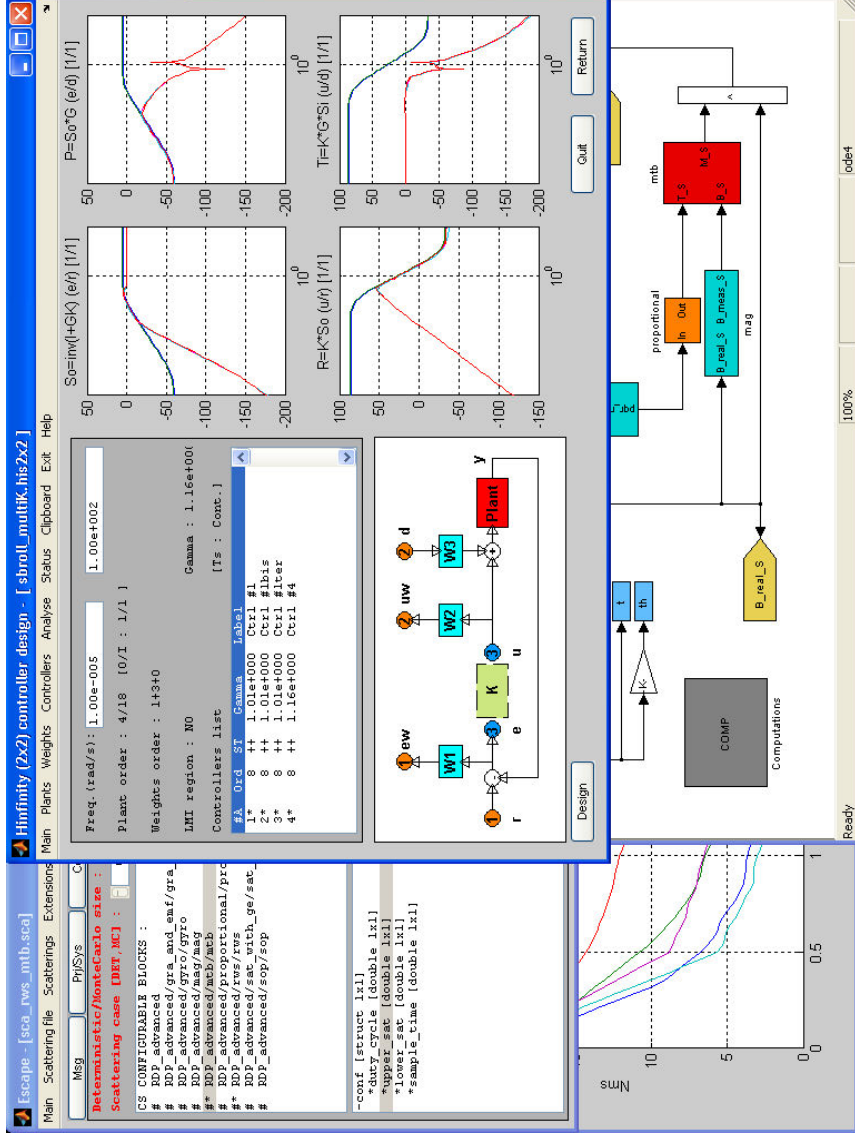
■ T3D

- Calcul de trajectoire optimale en poussée faible

Transfert d'orbite  
optimal



# ESCAPE : synthèse de correcteurs $H_\infty$ pour le contrôle d'attitude et de position

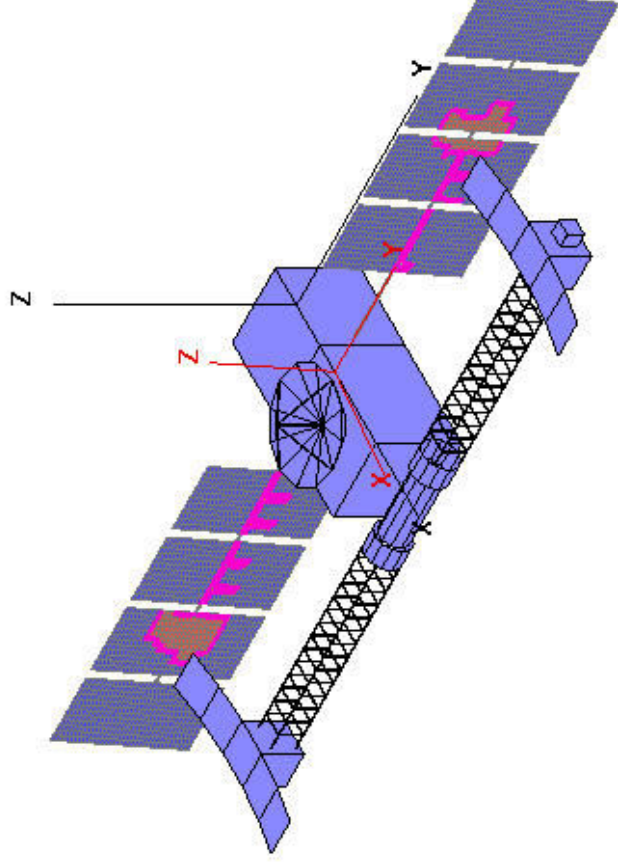


back next



■ ISP : logiciel d'analyse système

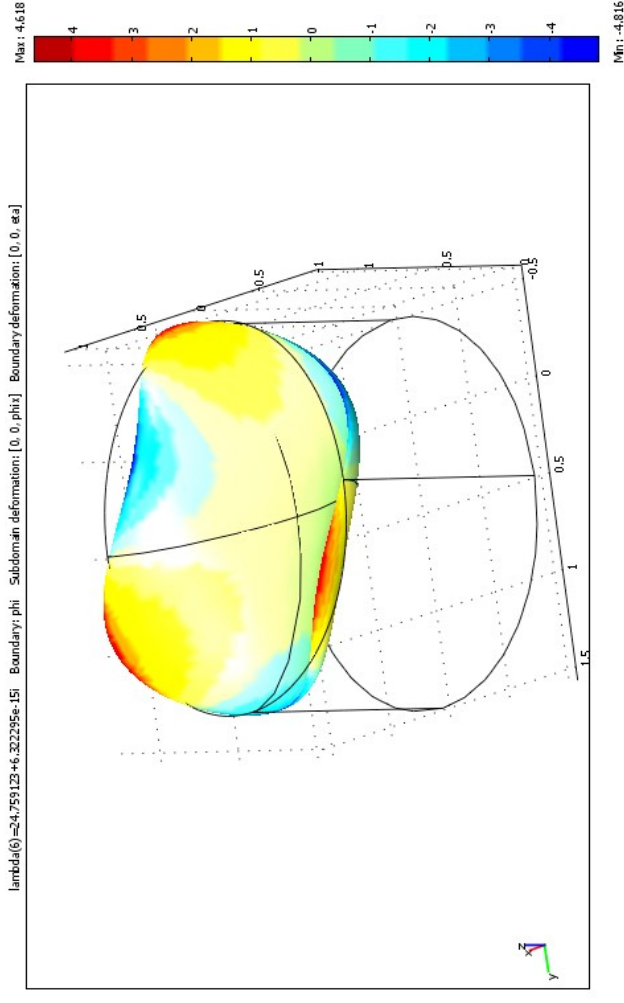
Ombre des panneaux solaires par un instrument



## ■ Analyse système

- Outil d'analyse harmonique de ballonnement des ergols en micro-gravité

Modes propres de ballonnement dans un réservoir de section cylindrique



# Perspectives

## ■ Tendances : besoins émergents

- Optimisation
  - Complexité, robustesse
  - De plus en plus : au niveau du système
- Analyse stochastique plutôt que marges a priori
- Couplage multi-physique
  - Problème récurrent depuis plusieurs années
  - Lenteur de mise en oeuvre : pb informatiques mais aussi culturels/organisationnels
- Nouvelles architectures et méthodologies
  - Grilles de calcul, calcul collaboratif



## ■ Exemples de problèmes ouverts

- Optimisation de trajectoire
  - Optimisation globale
- Analyse stochastique de sensibilité
  - Applications : thermique, vibro-acoustique, etc.
- Traitement de données multi-dimensionnelles et data-mining en observation
- Liste non exhaustive !

## ■ Que peut apporter le monde académique ?

- Modélisation physique et mathématique
- Algorithmes et méthodes numériques innovants

## ■ Conclusion

- Alcatel Alenia Space présent dans le domaine de la modélisation mathématique :
  - Nombreuses collaborations
    - En France : INRIA, LAAS, Universités, ONERA
    - À l'étranger : Universités, Instituts, partenariats européens
  - Nombreuses thèses
- Collaboration industrie/académie facilitées par l'existence d'un Département Recherche
- Contacts :
  - Thierry Dargent, Service Plateforme et satellites  
[Thierry.Dargent@AlcatelAleniaSpace.com](mailto:Thierry.Dargent@AlcatelAleniaSpace.com)
  - Frédéric Falzon, Service Observation/Sciences  
[Frederic.Falzon@AlcatelAleniaSpace.com](mailto:Frederic.Falzon@AlcatelAleniaSpace.com)
  - Erick Lansard, Directeur de la recherche  
[Erick.Lansard@AlcatelAleniaSpace.com](mailto:Erick.Lansard@AlcatelAleniaSpace.com)