



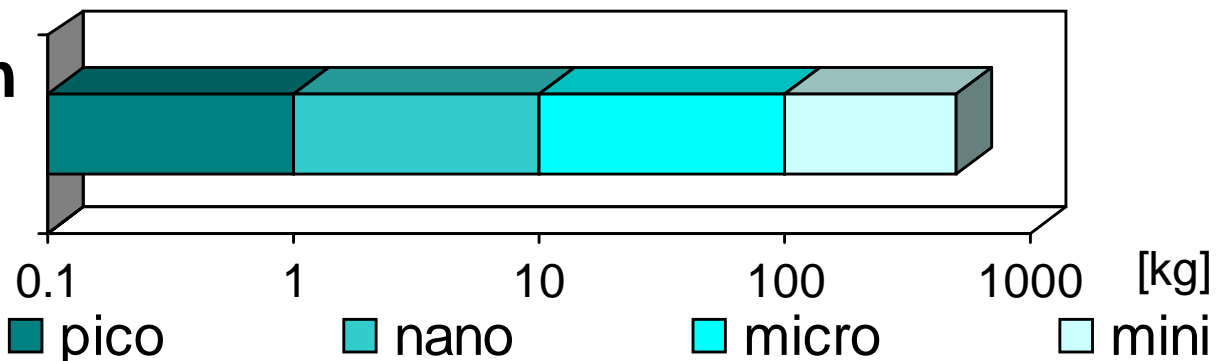
Nanosatellite

- **Cahier des charges**
- **Résumé de l'état de l'art**
- **Concepts de mission**
 - ⇒ WebSat
 - ⇒ FreeEyes
- **Concept de construction modulaire**
 - ⇒ Fonctionnalité
 - ⇒ Architecture
 - ⇒ Domaines d'application
- **Conclusion**
- **Démonstration**



Cahier des charges

• Définition



• Objectifs

- ⇒ Identification de l'état de l'art
 - réalisations éventuelles
 - étude des sous-systèmes
- ⇒ Proposition d'un concept
 - définition de la mission
 - étude préliminaire
- ⇒ Réalisation d'un démonstrateur
 - « simulation » apesanteur 2D
 - application pour squeeze films

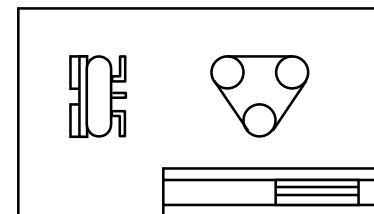
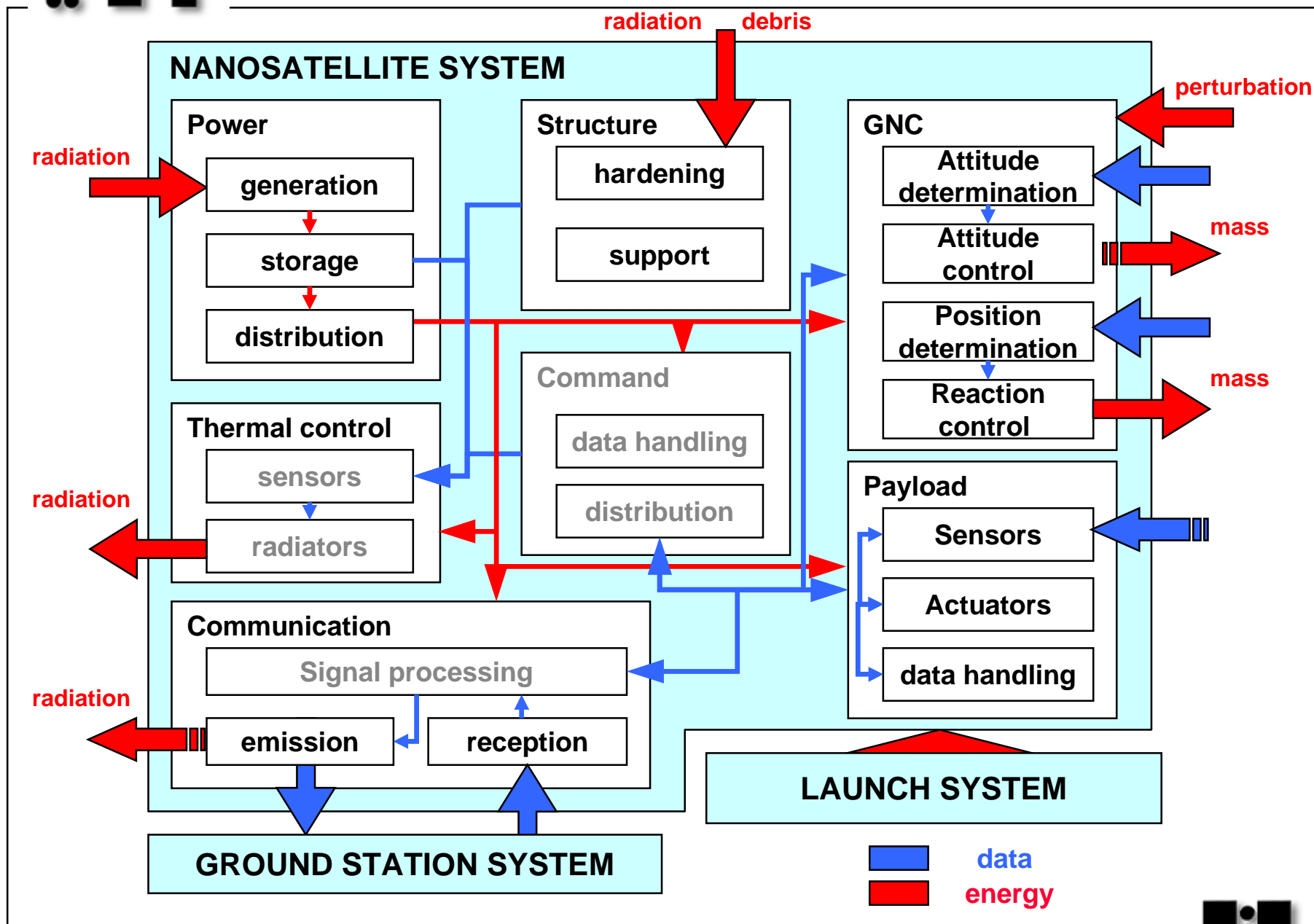




Schéma bloc fonctionnel





- **Arguments**

- ⇒ réduction du coût de lancement (masse $\sim d^3$)
- ⇒ progrès des microsystemes (commande, capteurs, actionneurs)
- ⇒ simplification des systèmes (durée de vie, spécialisation)
- ⇒ réduction temps de R & D (petites équipes, rendement ∇)
- ⇒ coût de production (matière, petites séries)
- ⇒ constellation (redondance des systèmes)
- ⇒ fiabilité (redondance des sous-systèmes)

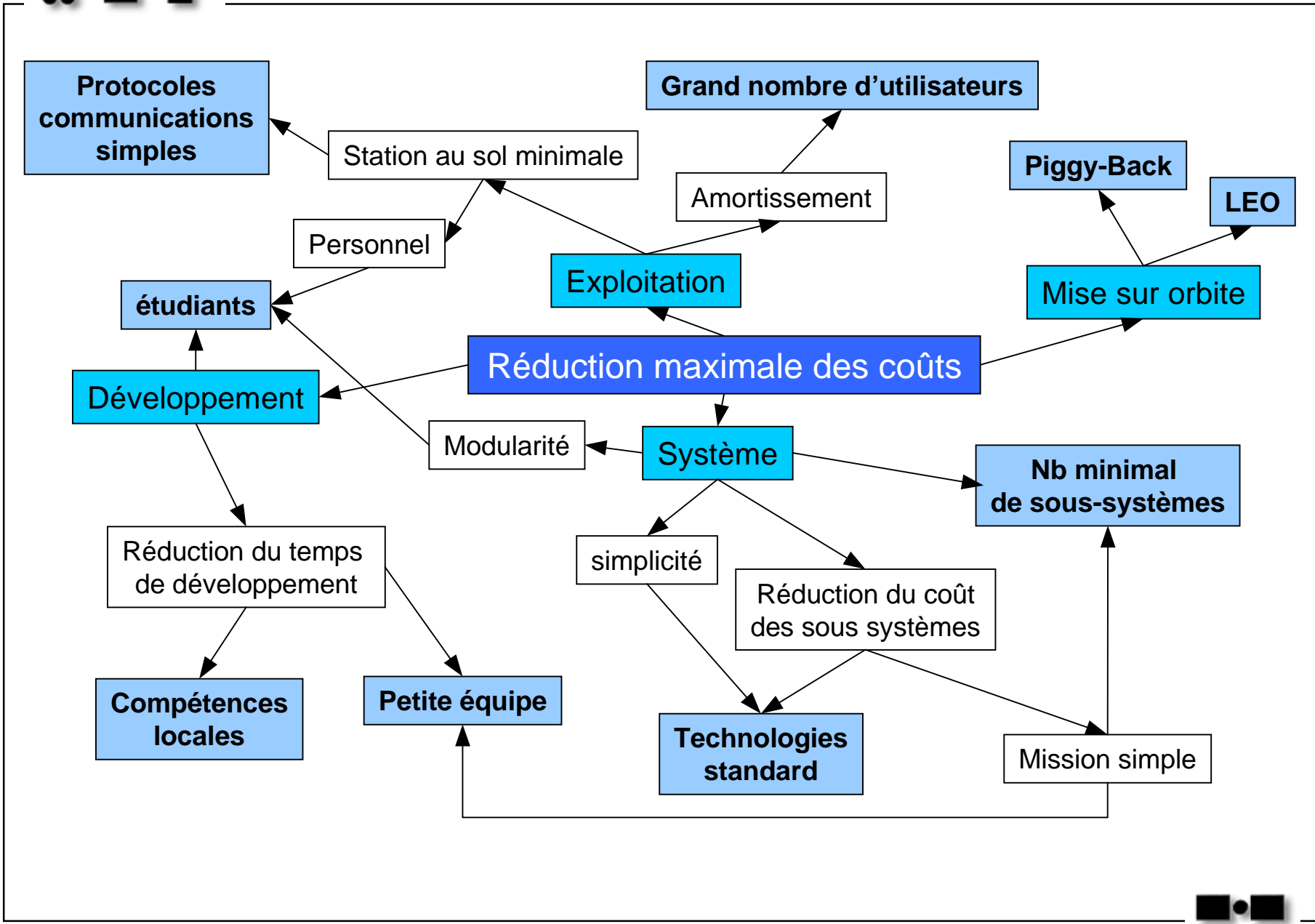
- **Contre-arguments**

- ⇒ gestion de l'énergie ($E_{\text{PROD}} \sim d^2$, $E_{\text{STOCK}} \sim d^3$)
- ⇒ résistance environnement (radiation, chimie, contraintes $\sim Fd^{-2}$)





Réduction des coûts





Concept de mission : WebSat

- **Mission**

- ⇒ diffusion en temps réel d'images sur Internet
- ⇒ vitrine technologique

- **Caractéristique**

- ⇒ masse : ~ 3 kg, dimensions : $\varnothing 13$ cm x 15 cm
- ⇒ orbite LEO héliosynchrone, inclinaison : 97.03°

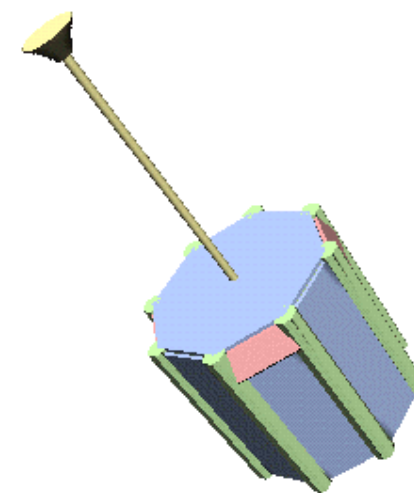
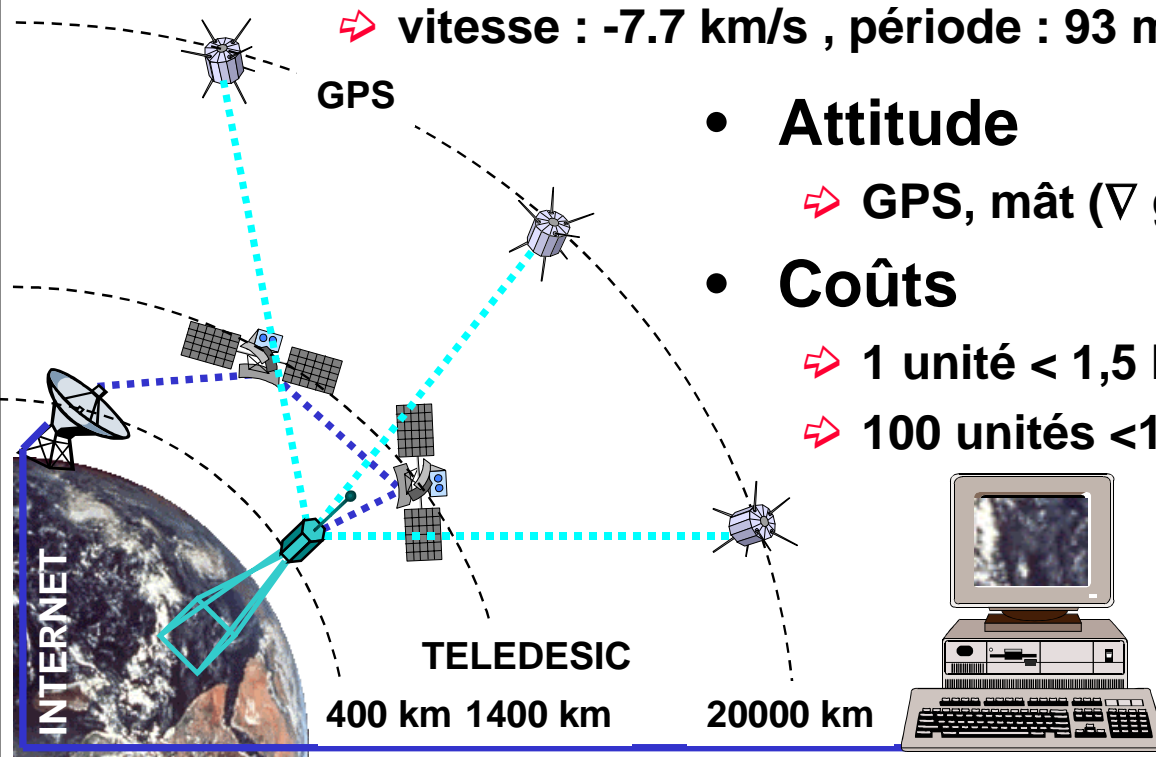
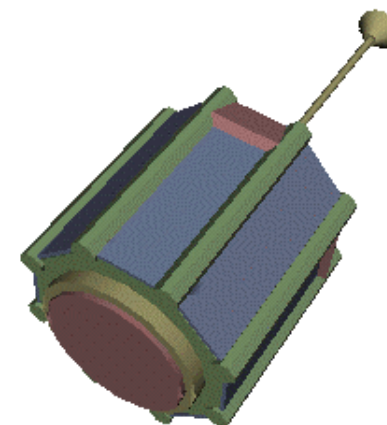
⇒ vitesse : -7.7 km/s , période : 93 min, éclipse : 36 min

- **Attitude**

- ⇒ GPS, mât (∇ gravité), électroaimants

- **Coûts**

- ⇒ 1 unité < 1,5 MF
- ⇒ 100 unités < 100 kF/u





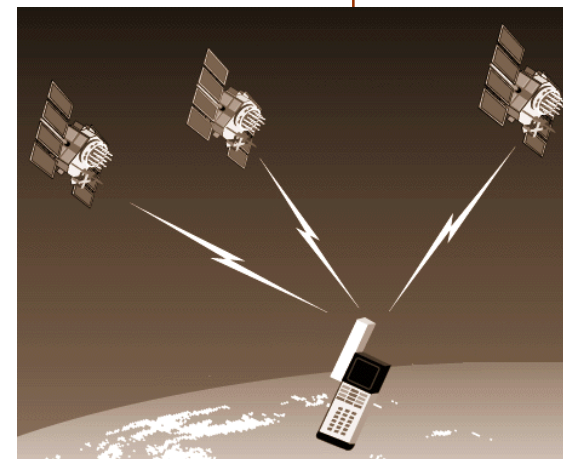
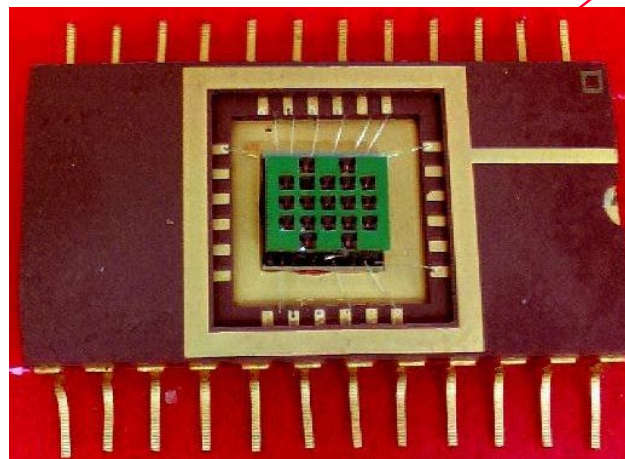
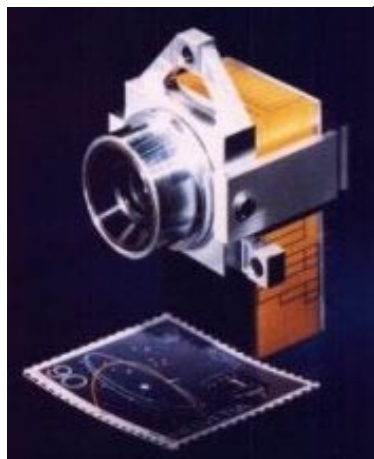
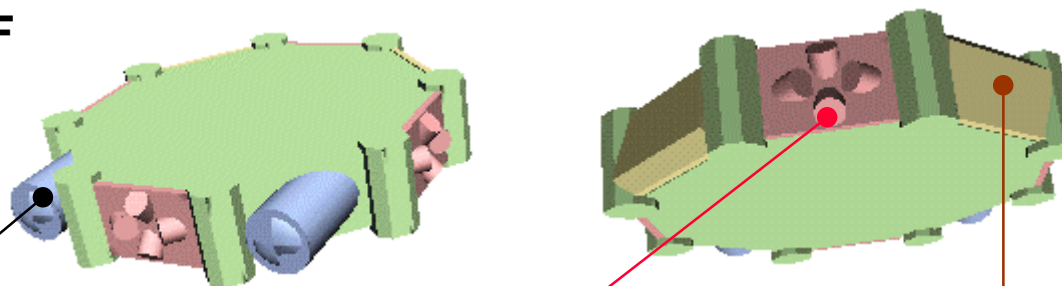
Concept de mission : FreeEyes

- **Mission**

- ⇒ inspection de proximité (vision stéréoscopique)
- ⇒ objectif académique (enseignement et recherche)

- **Caractéristiques**

- ⇒ masse : 500 g, dimensions : \varnothing 13 cm x 2,5 cm
- ⇒ Coûts < 400 kF





Réflexion sur les concepts présentés

- **Besoins identiques pour des applications diverses**
 - ⇒ AOC, communication, stockage et production d'énergie, etc.
- **Redéveloppement de sous-systèmes**
 - ⇒ Ingénierie = 30% coût total
- **Connectique**
 - ⇒ masse importante
 - ⇒ frein majeur à la miniaturisation (volume occupé)
- **Coût de production élevé**
 - ⇒ logique de prototypage
- **Solution...**
 - ⇒ Standardisation des sous-systèmes
 - ⇒ Réutilisation de sous-systèmes déjà développés
- **... nanosatellite « plug & play » ?**





Un concept modulaire : ModulSat

- **Standardisation**

- ⇒ des logements pour sous-systèmes internes
- ⇒ de l'interfaçage des éléments externes (optique, capteurs, génération énergie, etc.)

- **Protection**

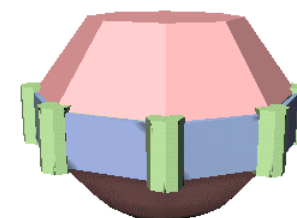
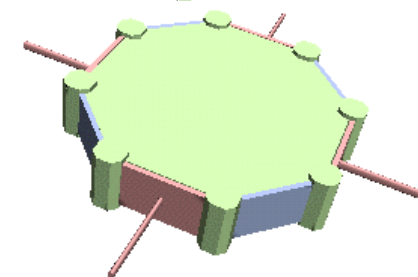
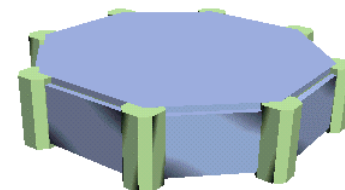
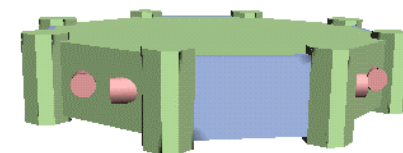
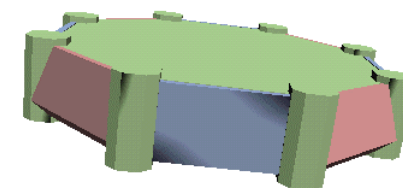
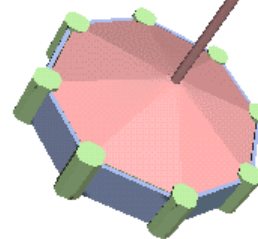
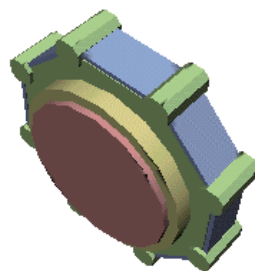
- ⇒ des sous-systèmes internes aux chocs
- ⇒ des éléments externes aux chocs
- ⇒ des sous-systèmes contre les radiations

- **Isolation électromagnétique**

- ⇒ des sous-systèmes entre-eux
- ⇒ des sous-systèmes de l'extérieur

- **Transport**

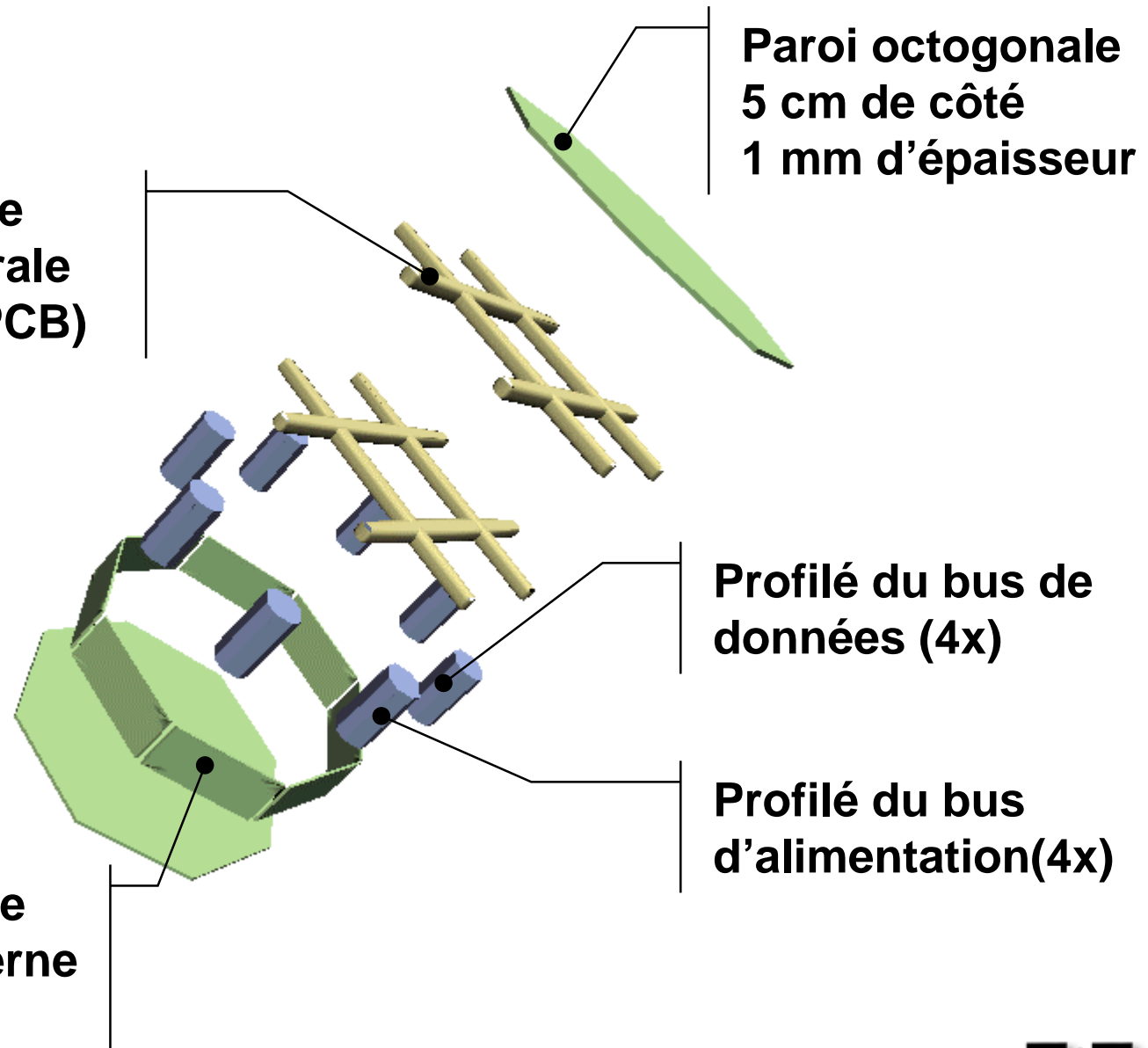
- ⇒ de données
- ⇒ de l'énergie
 - alimentation
 - dissipation thermique





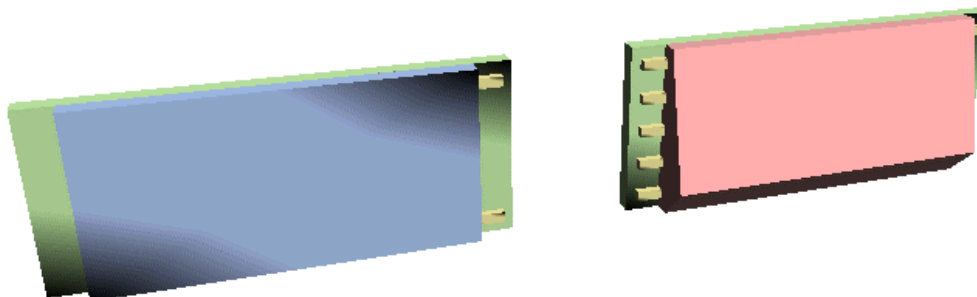
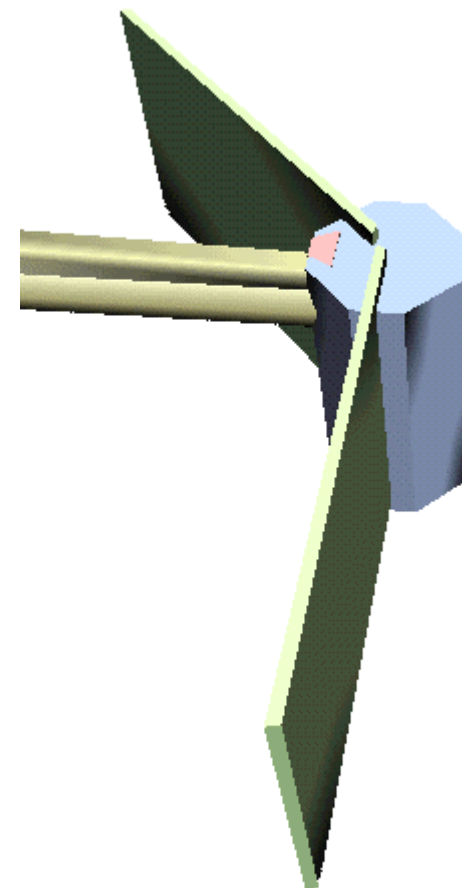
ModulSat : l'architecture

**Base structurelle
(cohésion générale
et fixation des PCB)**





- **Objectif du profilé**
 - ⇒ abriter bus de données ou d'alimentation
 - ⇒ transmettre contraintes mécaniques
 - ⇒ assurer connexion sous-systèmes ↔ bus
 - ⇒ assurer connexion bus ↔ éléments ext.
- **Bus de données**
 - ⇒ I²C ? (simplicité, faible bande passante)
 - ⇒ USB ? (puissance, flexibilité, complexité)
- **Bus d'énergie**
 - ⇒ lignes de collection
 - ⇒ lignes de distribution





- **Développement académique**

- ⇒ réalisations pédagogiques
- ⇒ validation de concepts
- ⇒ simulation

- **Applications spécialisées**

- ⇒ constellation de nanosatellites de mesure in-situ
- ⇒ constellation de nanosatellites de communication (store & forward)
- ⇒ tracking de balise
- ⇒ banc de test technologique

- **Applications terrestres**

- ⇒ bus
 - robotique mobile éducative
 - robotique mobile ludique
 - commande industrielle
- ⇒ mécanisme de connexion au profilé





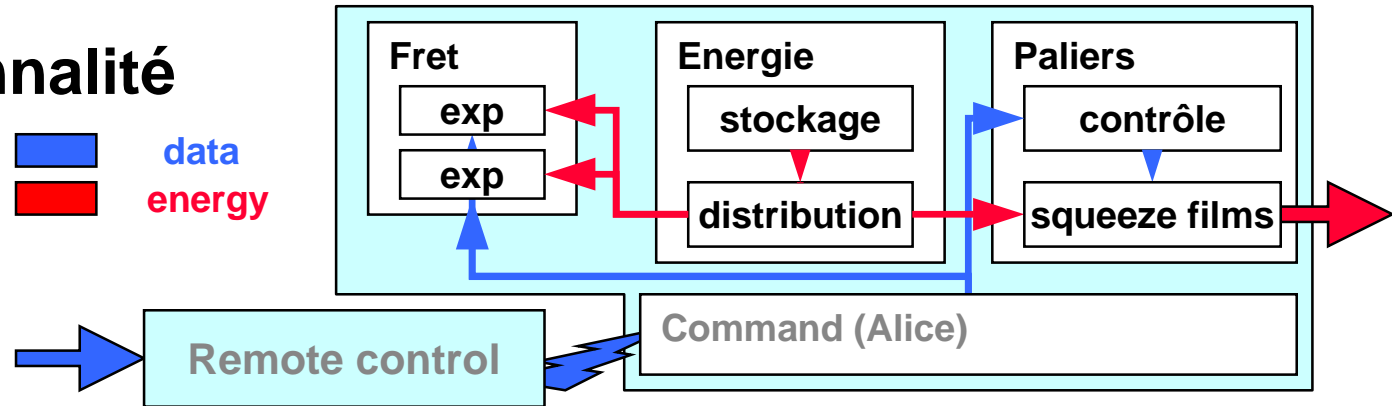
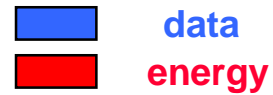
- **Nanosatellite**
 - ⇒ technologiquement réalisable
 - ⇒ économiquement très intéressant
 - ⇒ généralisation à terme en basse et très basse orbite
 - ⇒ « démocratisation » à terme de l'accès à l'espace
- **Développement en milieu académique ?**
 - ⇒ lancement devient abordable
 - ⇒ développement par étudiants
 - ⇒ excellent vecteur pour enseignement et recherche
 - ⇒ programme soutenu par un enseignement dédié
- **Développements ultérieurs**
 - ⇒ perfectionnement de la plate forme d'expérimentation
 - ⇒ ... démarrage d'un programme ?





Démonstrateur

- **Fonctionnalité**



⇒ plate-forme mobile d'expérimentation, déplacement sans frottement

- **Objectifs**

- ⇒ visibilité du projet
- ⇒ nouvelle application pour palier squeeze film
- ⇒ banc de test (propulsion, commande, etc.)
- ⇒ outil pédagogique (démonstration, TP, etc.)

- **Paliers**

