

# Panne d'Ariane V du 4 juin 1996

Jean-Paul Haton

LORIA, Université Henri-Poincaré  
Institut Universitaire de France



Académie Lorraine de Sciences 11 octobre 2007

## Plan de l'exposé

- Introduction
- Le système de conduite de vol d'Ariane V
- Circonstances de la panne
- Analyse préliminaire
- Scénario de la panne
- Conclusions

## Introduction

- Rappel des faits

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Circonstances de la panne

- Conditions météorologiques acceptables
- Lancement à H= 9h 33' 59''
  - mise à feu du moteur Vulcain (100t)
  - mise à feu des deux boosters (2x600t)
  - Décollage normal et propulsion correcte
- Vol nominal jusqu'à H + 37''
- Ariane quitte alors sa trajectoire, se casse et explose vers 3700 d'altitude et 1 km du pas de tir

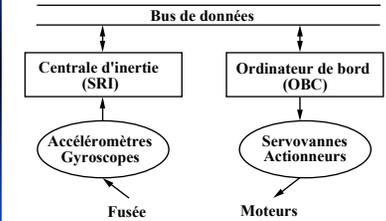


## Introduction

- Rappel des faits
- La commission d'enquête
- Rapport de la commission

Publication : 19 juillet 1996  
Adresse Internet :  
<http://www.ima.umn.edu/~arnold/disasters/ariane5rep.html>

## Le système de conduite de vol d'Ariane V (140 000 lignes de code ADA...)



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Analyse préliminaire

- Description de la panne
  - comportement normal jusqu'à H + 36''
  - défaillance du SRI de secours puis du SRI actif
  - blocage en butée des tuyères et autodestruction
- Informations disponibles
  - données de télémétrie reçues jusqu'à H + 42''
  - données sur la trajectoire (stations radar)
  - observations optiques (caméras IR, films)
  - inspection des matériaux recueillis (difficile!)

## Scénario (plus que) probable (1)

*Principe : partir de la destruction de la fusée et remonter aux causes premières de la panne*

- Autodestruction de la fusée à H + 39''
- Déflexion maximale des tuyères des trois moteurs
- Déflexion calculée par l'ordinateur de vol à partir des données fournies par la centrale inertielle 2
- La centrale 2 était en panne et transmettait un message de diagnostic interprété par l'ordinateur de vol comme une donnée!

## Scénario (plus que) probable (2)

- La centrale 1 était en panne depuis le cycle précédent (72 ms), pour la même cause
- La panne des deux centrales était due à un débordement de capacité dans une opération arithmétique sur une variable non protégée
- Le logiciel en cause, repris d'Ariane IV, ne sert qu'avant le lancement mais reste actif jusqu'à H + 40''...

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Scénario (plus que) probable (3)

- Cette activité pendant 40 s était utile pour Ariane IV, sans intérêt pour Ariane V
- L'erreur provient d'une valeur trop élevée de la composante horizontale de la vitesse du lanceur (trajectoires des deux types de lanceurs très différentes)

### Conclusions de la commission

- La commission a souligné 20 points
- ... et émis 14 recommandations...
  - pas de logiciel actif si non utile
  - simulation complète avant tout vol
  - règle du *best effort data*
  - procédures de test et recette à revoir
  - organisation du consortium à revoir

### Conclusion

- La panne d'Ariane V a révélé :
  - des conceptions erronées au sujet des logiciels fonctionnant en temps réel
  - des problèmes d'organisation du consortium
- La question est d'actualité... :
  - Exemple de *Mars Climate Orbiter (1999)*
  - 10 milliards de CPU commercialisés en 2005 dont 2% dans un ordinateur et 98% enfouis dans des objets divers (téléphones, automobiles, etc.) et communicants (cf. RFID)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---