

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

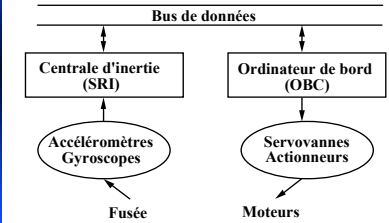


Introduction

- 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)
