



ENJEU DE LA FIABILITE POUR LES SYSTEMES AERIENS

Fiabilité des systèmes embarqués

HIGHER TOGETHER™

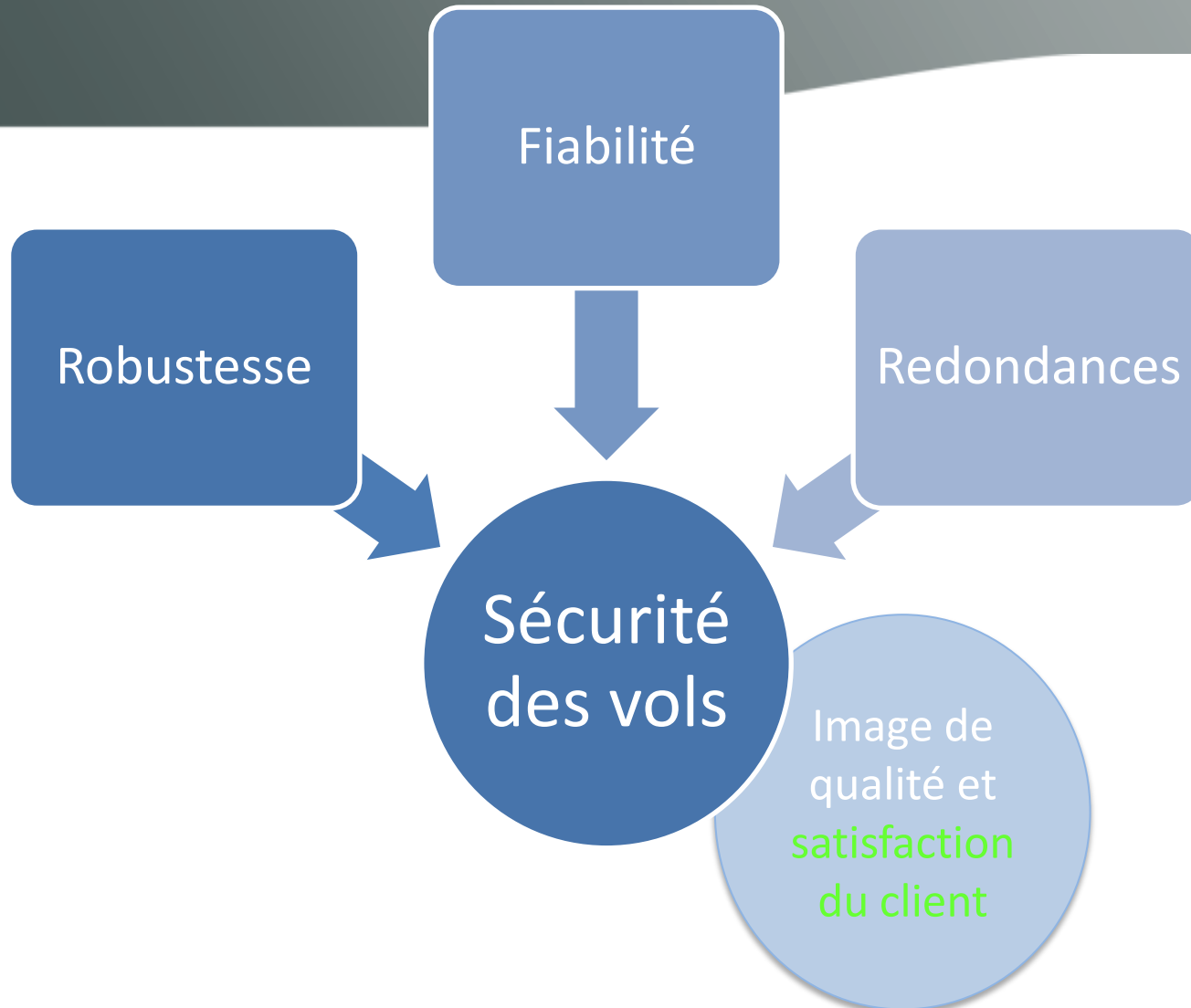
Référence 152748

Indice A

Date 08/12/2015



Pourquoi?



Avantages

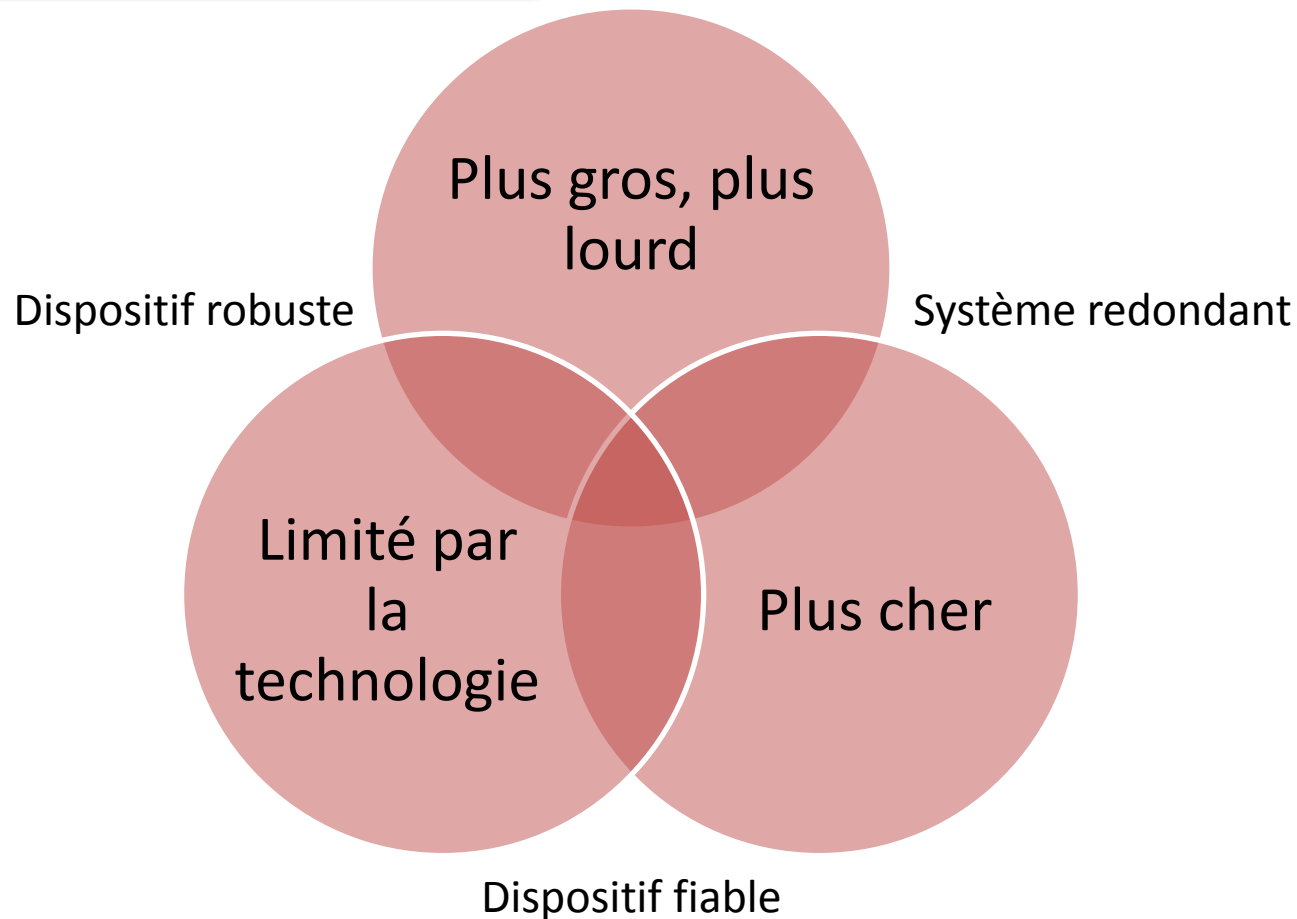


Robustesse	Fiabilité	Redondances
Capacité à survivre à des contraintes qui n'étaient pas prévues dans le cahier des charges	Capacité à fournir les fonctions prévues avec la performance exigée pendant une durée de service définie.	Utilisation de plusieurs composants physiques capables de remplir la même fonction à bord.
Plus simple, moins de problèmes en développement,	Meilleure connaissance du produit et de son environnement,	S'affranchit des limites technologiques, possibilité de déléguer aux pilotes,
Sur-spécifié, trop lourd, trop gros. Limite technologique.	Plus cher à développer, limite technologique.	Complexité génératrice de nouveaux problèmes, plus lourd, plus cher.

Idéalement on voudrait des composants et systèmes fiables qui nous permettraient d'avoir des architectures aussi simples que sur les véhicules terrestres.

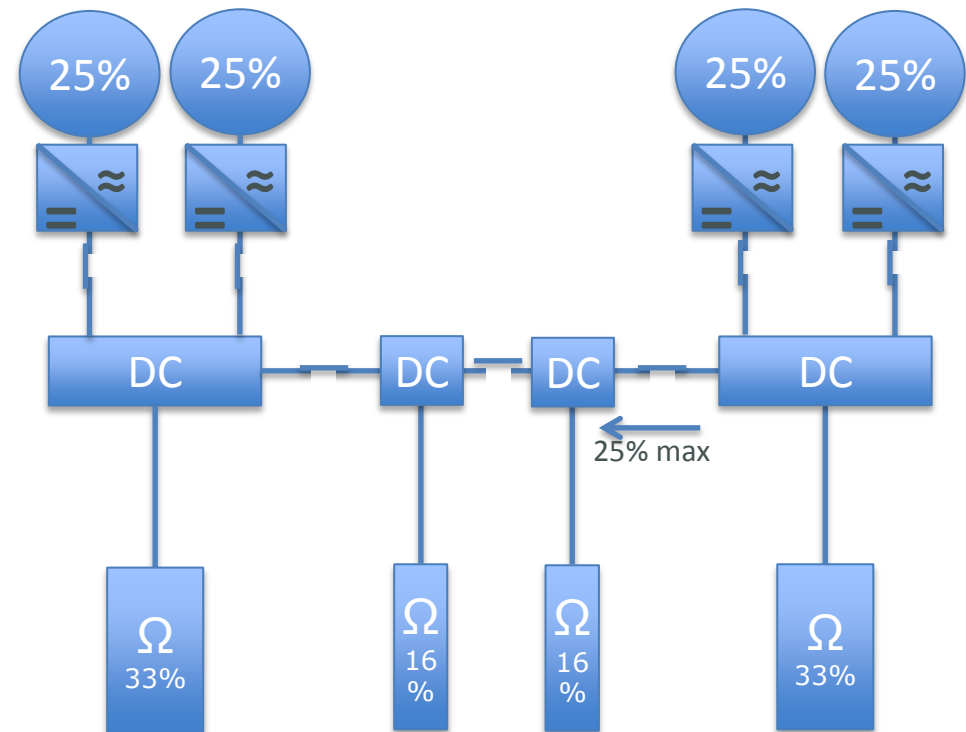
L'environnement réserve des surprises, et l'avion doit être robuste à toute panne affectant un de ses composants : les redondances sont obligatoires sur les fonctions importantes et dissimilaires.

Complémentarité des inconvénients



Redondances : exemple d'architecture redondante de réseau électrique

- 3 ou 4 turbomachines qui entraînent 4 alternateurs
- Un système de distribution divisé en deux sous-systèmes droit et gauche
- Des capacités de détection des pannes et de reconfiguration



La testabilité intégrée



- La capacité à tester les systèmes avant le vol est la clef de voûte de l'approche traditionnelle de la sécurité
visite prévol
- D'un point de vue mathématique
test avant vol \approx test une fois par vol \approx test après vol
- Les systèmes et fonctions « essentiels » sont ceux qui servent à chaque vol : on connaît immédiatement leur état
- Les tests déclenchés concernent donc principalement les systèmes de secours installés pour servir de redondances
- **La testabilité intégrée est un facteur de complexité**
 - **Exemple: test de robinets de vidange du carburant « vide vite »**

- Avions militaires
 - Toutes les déviations au plan de maintenance sont expertisées
 - Le client étudie les solutions possibles et arbitre entre:
 - Augmentation de la fréquence des tests et inspections
 - Renforcement de la maintenance
 - Modification
 - **L'objectif est la disponibilité des forces (flotte d'avions)**
- Avions civils
 - Les stations de réparation sont indépendantes
 - Les causes de déposes pas toujours claires
 - La majorité des pièces déposées en maintenance sont détruites
 - **L'objectif est de réduire au maximum les vols annulés ou retardés**

Méthode pour avoir des composants fiables



- Respect de règles de conception et de fabrication strictes, héritées de l'expérience des développements précédents
- Tests poussés sur quelques exemplaires:
 - Robustesse validée sur des environnements « enveloppe »
 - Durée de vie validée par des essais d'endurance, accélérés ou pas
 - Réutilisation de cycles historiques « décrivant » le profil de vie de l'équipement
- Politique des petits pas
- Tout est basé sur la logique qui dit que si on travaille exactement de la même manière on obtiendra le même résultat

Inconvénients de la méthode



- Pas de lien direct entre résultats des essais et fiabilité
- Dérive constante: on ne peut qu'ajouter / durcir les tests
- N'incite pas à mieux connaître les conditions réelles dans lesquelles les équipements sont utilisés, puisqu'il ne faut pas changer la base de comparaison
- Robustesse validée sur des équipements en fin de vie, mais jamais on n'évalue l'impact d'un événement extrême sur la durée de vie ou sur la fiabilité après l'événement
- La représentativité des essais est limitée
- **Grosse prise de risque s'il y a rupture technologique**

Conclusions



- Un excellent niveau de fiabilité est obligatoire en aéronautique
- Il est obtenu en déviant le moins possible de méthode établies et en modifiant le moins possible les produits, de génération en génération
- Très peu d'entreprises ont déployé des processus modernes conjuguant:
 - Analyse physique des mécanismes de défaillance
 - Mesure de l'environnement réel sur un véhicule le plus similaire possible
 - Évaluation réaliste des sollicitations exceptionnelles (niveaux, nombre d'occurrences)
 - Synthèse de cycles d'essais adaptés à chaque cas
 - Comparaison des modes de défaillance observés en service aux modes de défaillance prévus en développement