



ETR 2026 · SESSION POSTER · TEASER 5 MIN

Un réseau maillé rend l'avion plus robuste. Il rend la garantie du délai beaucoup plus dure.

Preliminary Analysis of WCTT Pessimism in Meshed Networks with Round-Robin Scheduling and Cyclic Dependencies

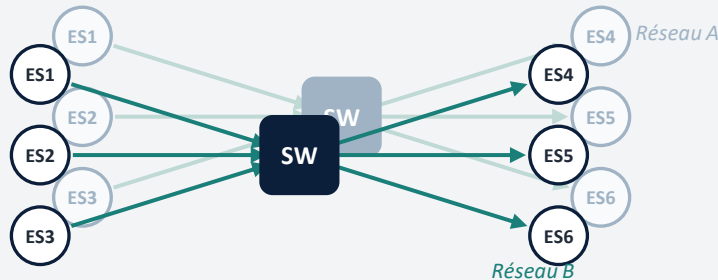
Wassim Ben Jabria · Jean-Luc Scharbarg · Jérôme Ermont · Marc Pantel · Philippe Baufreton

IRIT, Toulouse INP · Safran Electronics & Defense · Thèse CIFRE

Chaque trame doit avoir un délai garanti... certifié

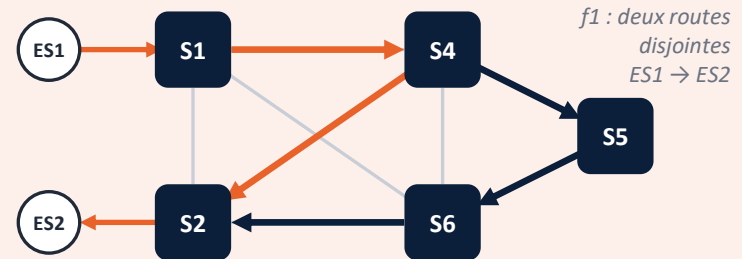
Aujourd'hui l'analyse est simple parce que le réseau est simple. Demain, il ne le sera plus.

AUJOURD'HUI — AFDX (ARINC 664)



- Redondance par duplication : deux réseaux identiques A et B
- Chaque réseau est acyclique : délai calculé en un seul passage, FIFO au pessimisme connu et limité

DEMAIN — MAILLAGE REDONDANT (Safran ED)

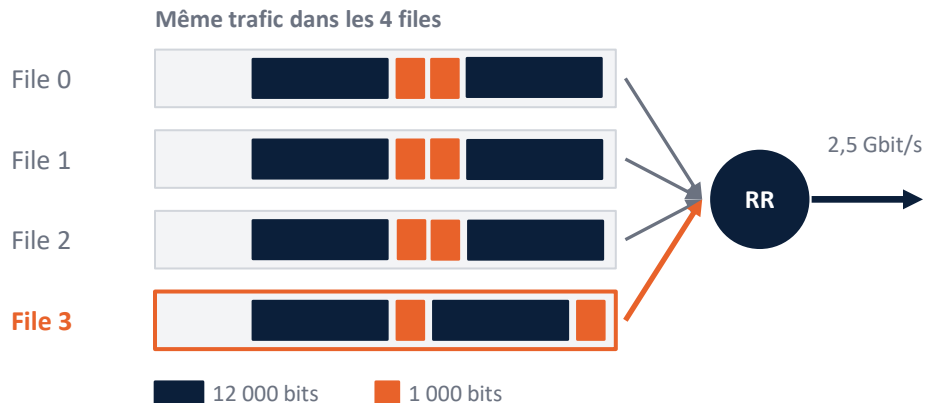


- Routes redondantes disjointes, sans switch central : tolérance aux pannes ↑, câblage ↓
- **Mais : Round-Robin dans les nœuds, et des cycles dans le calcul**

Deux choses complexifient l'analyse : l'ordonnancement et les cycles.

Obstacle 1 — Round-Robin : un pire cas qui écrase le service

Toutes les files portent les mêmes trames. Mais à chaque tour, le pire cas fait émettre la plus grosse trame aux concurrentes, et la plus petite à la file analysée.



Un tour de Round-Robin, dans le pire cas modélisé pour la file 3



Part du lien garantie à la file 3 : $1\,000 / 37\,000 = 2,7\%$ → ≈ 68 Mbit/s (part équitable : 25 %, 625 Mbit/s)

× 11

Borne de délai Round-Robin rapportée à la borne FIFO, dès que les tailles de trames sont hétérogènes.

48 %

Charge du lien à laquelle la borne devient infinie pour la file analysée. FIFO, lui, reste borné sur toute la plage testée.

The diagram illustrates a project network with 6 activities (S1-S6) and 6 events (ES1-ES6). The network shows dependencies and delays between activities. Red arrows indicate delays, and orange arrows indicate iterations. The diagram is labeled "Itération 1" and "Itération 2".

- Activities (S1-S6):** Represented by dark blue squares.
- Events (ES1-ES6):** Represented by white circles.
- Dependencies and Delays:**
 - S1 to S4: Delay (Délai S1->S4 ?)
 - S2 to S1: Delay (Délai S2->S1)
 - S2 to S4: Delay (Délai S2->S4)
 - S4 to S5: Delay (Délai S4->S5)
 - S5 to S6: Delay (Délai S5->S6)
 - S6 to S2: Delay (Délai S6->S2)
- Iterations:**
 - Itération 1: Indicated by red arrows for delays S1->S4, S4->S5, S5->S6, and S6->S2.
 - Itération 2: Indicated by an orange arrow for the delay S1->S4.

Une composante fortement connexe : six liens dont les délais ne peuvent être calculés qu'ensemble, par itération de Gauss-Seidel.

Amplification de la borne du flux f1 sous forte charge. Le pire cas n'a pas change : le jitter lui s'accumule à chaque tour du cycle.

Itérations en moins quand on parcourt le cycle dans le sens des routes. Tous les ordres testés convergent vers le même point fixe.



Ce qu'il faut retenir

× 11

Round-Robin peut multiplier la borne par onze, et la rendre infinie à 48 % de charge.

+ 158 %

Les cycles amplifient encore la borne. Le bon ordre de parcours réduit le coût de 67 %.



Prochaines étapes : indicateurs de risque avant convergence, validation sur un cas industriel Safran.

Venez disputer au poster : toutes les courbes, les configurations qui limitent le pessimisme, et le graphe de dépendances qui tourne dans notre chaîne d'outils.