



Le temps réel

Cours Systèmes d'exploitation temps réel
Basile Dufay

Bibliographie

- *Systèmes d'exploitation temps réel*, G. Frey, cours EnsiCaen 3A info/instru, 2013.
- *Systèmes d'exploitation* 3ème ed., A. Tanenbaum, Edition Pearson Education. ISBN 978-2-7440-7299-4
- *Systèmes temps-réels*, R. Demoment, NXP Semiconducteurs, 14460 Colombelles, 2010.
- *Introduction aux systèmes temps réel*, C. Bonnet, I. Demeure, HERMES Sciences Publications, 1999. ISBN 2-7462-0016-3

Cours construit à partir des références suivantes (pouvant apporter de précieux compléments d'information à ceux que ça intéresse) :

Définition

- John Stankovic (1988) :
 - « *en informatique temps réel, le comportement correct du système dépend, non seulement des résultats logiques des traitements, mais aussi du temps auquel ces résultats sont produits* ».

Un système temps réel est un système qui satisfait à des contraintes temporelles.

- Objectifs du système
 - Déterminisme logique
 - Déterminisme temporel

Objectifs du système :

Déterminisme logique : les mêmes données en entrée du système produisent les mêmes résultats.

Déterminisme temporel : le système doit respecter des contraintes temporelles (échéances, *deadlines*).

Fiabilité.

Répercussion sur l'OS

- Optimiser ses temps de réponses
- Fournir les outils nécessaires à la bonne gestion des temps de réponse
- Prédire son comportement dans toutes les circonstances

Un OS temps-réel a pour but d'optimiser ses temps de réponses et doit fournir les outils nécessaires à la bonne gestion des temps de réponse (doit permettre de prédire son comportement dans toutes les circonstances).

VS

Un OS non temps-réel (MacOS, Windows, Linux, ...) doit améliorer le confort d'utilisation (ex : réactivité envers l'utilisateur) et la richesse des fonctionnalités offertes (abstraction).

Exemples

- Aéronautique, ordinateur de bord d'une voiture, machines à laver, percolateurs, HiFi
→ **Tous ne sont pas logés à la même enseigne**
- Grandeurs de temps
 - **Milliseconde** : systèmes radar ; airbag ...
 - **Seconde** : temps de réponse des applications informatiques
 - **Minutes/heures** : contrôle de production avec réaction chimique ; contrôle du trafic
 - **24 heures** : prévisions météo

1. *Calculateur d'injection doit commander l'envoi du mélange de carburant dans la culasse avec une grande précision en fonction de la position du piston → < 1 ms*
2. *Percolateur doit arrêter l'écoulement du café dans la tasse → < 1 s*

Catégories (1/2)

- Temps-réel DUR
 - La réponse du système dans le temps imparti est vitale.
 - L'absence de réponse est catastrophique et entraîne la faute du système.
- Temps-réel MOU
 - Le respect des échéances est important.
 - La réponse tardive ou la non-réponse n'a pas de conséquence catastrophique.

Temps-réel DUR :

La réponse du système dans le temps imparti est *vitale*.

L'absence de réponse est *catastrophique et entraîne la faute du système*.

Exemples : contrôle du trafic aérien, système de conduite de missiles, ESP d'une voiture,

...

Temps-réel MOU :

Le respect des échéances est important.

La réponse tardive ou la non-réponse n'a pas de conséquence catastrophique.

Exemples : acquisition de données pour affichage, ...

Temps-réel FERME :

Temps réel MOU où le résultat est inutile une fois la deadline passée.

Temps réel DUR où quelques échéances peuvent être occasionnellement manquées.

Exemples : projection vidéo, téléphonie, ...

Catégories (2/2)

→ **C'est le degrés de tolérance à la non-réponse qui caractérise les catégories (et non le temps de réponse)**

Un système peut inclure des sous-systèmes avec leur contraintes temps-réel propre (dur, mou, ferme)

Notions importantes

- Concurrency
 - le système se décompose en plusieurs activités qui doivent souvent être exécutées en parallèle.
- Prémption
 - capacité d'interrompre une tâche en cours au profit d'une autre tâche.
- Prédicibilité
 - caractéristique essentielle d'un système temps-réel.

Rappel : Dans le monde réel les périphériques et l'environnement du système évoluent simultanément (en *parallèle ou concurrence*).

Concurrence : le système se décompose en plusieurs activités qui doivent souvent être exécutées en parallèle.

Car l'environnement est parallèle (*Ex : quand il y a des turbulences, la gravitation ne s'arrête pas*).

Ces activités sont plus ou moins critiques (*EX : l'ordinateur de bord gère à la fois l'airbag, l'injection et le lève-vitre*).

Prémption : capacité d'interrompre une tâche en cours au profit d'une autre tâche.

Prédicibilité : caractéristique *première d'un système temps-réel*.

On cherche à déterminer à priori si le système va répondre aux exigences temporelles.

Prouver que toutes les contraintes (deadlines) sont respectées, au moins pour les activités critiques (TR dur).

Malentendus fréquents*

- Système temps-réel ~~=~~ système rapide et performant
- Programmation temps-réel ~~=~~ assembleur
- Développement de systèmes temps-réel ~~=~~ aucune sciences, tout est bidouillage
- L'augmentation de la vitesse des processeurs ~~va résoudre les problèmes liés au temps-réel~~

* *Misconceptions about real-time computing : a serious problem for next-generation systems, J. Stankovic, IEEE Computer, vol.21, no.10, 1988.*