

Formation Automatique et Informatique Industrielle

Master 1 S2

Matière : Systèmes Embarqués et Systèmes
Temps Réel SE-STR

Par : ATOUI Hamza

Plan du cours

- C'est quoi un système temps réel ?
- Système temps réel & son environnement.
- Caractéristiques des systèmes temps réel.
- Classification des systèmes temps réel.
 - Selon l'architecture.
 - Selon les contraintes temporelles.
- Domaines d'applications.
- La tâche temps réel (**Définition, Etats, Catégories**).
- Ce qu'il faut retenir.

C'est quoi un système temps réel ?

- En informatique industrielle, on parle d'un système temps réel lorsque ce système informatique contrôle (ou pilote) un procédé physique à **une vitesse adaptée** à l'évolution du procédé contrôlé.
- Un système temps réel est toujours **décomposé en tâches**, chacune ayant des fonctionnalités, des temps d'exécution et des échéances différentes.

C'est quoi un système temps réel ?

- Ce qui implique que certaines parties des systèmes doivent fonctionner parfaitement car le non respect de quelques contraintes peut conduire à des dégâts matériels et même humaines.
- La caractéristique la plus importante d'un système temps réel est les restrictions imposées sur **le temps de réponse**.

C'est quoi un système temps réel ?

- **Définition:** **J. A. Stankovic** définit un système temps réel comme un système dont le comportement dépend non seulement de l'**exactitude du traitement effectué**, mais également **du temps où les résultats de ces traitements sont produits**.
- ***N.B : Un système temps réel n'est pas un système "qui va vite" mais un système qui satisfait à des contraintes temporelles.***

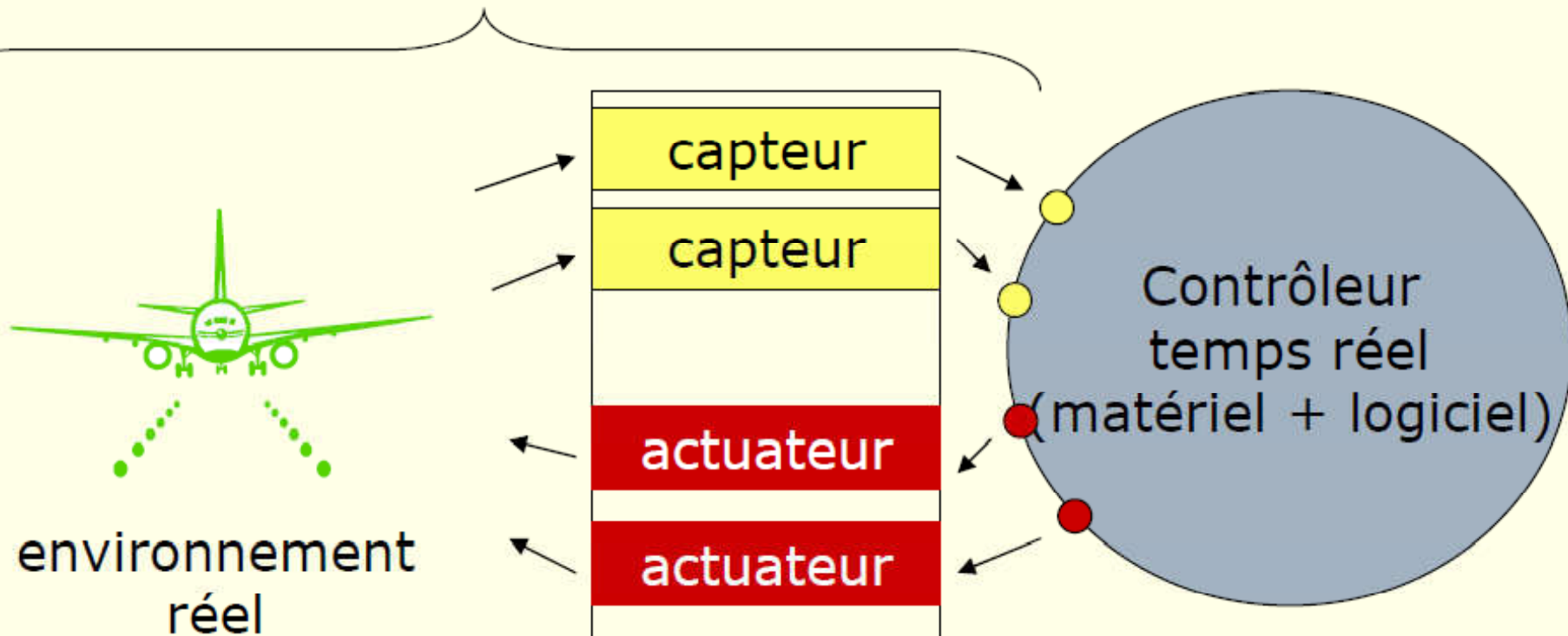
Système temps réel & son environnement

- Les systèmes temps réel sont des systèmes qui possèdent des **contraintes temporelles fortes**.
- Lors de l'arrivée d'un stimulus en provenance de l'environnement externe, le système doit **réagir** dans un **délai donné**.
- La prise en compte de stimulus différents, induit un **parallélisme** lors de la conception de tels systèmes selon une logique « **événement-condition-action** ».
- La conception aboutit généralement à un **logiciel** formé d'un ensemble de **modules synchronisées**, **communicants** et **partageant** des **ressources critiques**.

Systeme temps réel & son environnement

- La figure suivante présente un système temps réel avec son environnement :

environnement logique du STR



Système temps réel & son environnement

- Les capteurs **scrutent/déclenchent** les événements du système contrôlé, **fournissent** des mesures.
- Les actionneurs **agissent** sur le fonctionnement en fonction des traitements du STR sur l'environnement réel (le procédé).

Caractéristiques des systèmes temps réel

- Les systèmes temps réel et notamment à contraintes dures doivent répondre à **trois critères fondamentaux**:
- ***L'exactitude logique : (exactitude des traitements)*** les mêmes entrées appliquées au système produisent les mêmes résultats.
- ***L'exactitude temporelle*** : les temps d'exécution de tâches est déterminé (les délais sont connus ou bornés et le retard est considéré comme une erreur qui peut entraîner de graves conséquences).
- ***La fiabilité : (aspect matériel)*** le système répond à des contraintes de disponibilité (matériel/logiciel).

Classification des systèmes temps réel

- Selon l'architecture, on distingue **deux** classes:
- **Système embarqué** : est un système informatique **réactif, autonome** dans lequel le **processeur/calculateur** est **intégré** (enfoui ou embarqué) dans un système plus large et/ou que le logiciel est entièrement dédié à une **application donnée**.
- **Système réparti (distribué)** : est un ensemble de **machines autonomes connectées par un réseau**, et équipées d'un logiciel dédié à la coordination des activités du système ainsi qu'au partage de ses ressources.

Classification des systèmes temps réel

- Selon les contraintes temporelles, on distingue **trois** classes:
- **STR à contrainte strict ou dur (Hard)** : Dans ce cas l'arrivée après échéance d'un événement attendu ne doit pas se produire c'est-à-dire toutes les échéances doivent être garanties. Parce que le dépassement des échéances cause la défaillance du procédé suivi par le système.

Classification des systèmes temps réel

- **STR à contrainte souple ou mou (Soft)** : Dans ce cas l'arrivée exceptionnelle après échéance d'un évènement attendu ne mettra pas le système en danger c'est-à-dire quelques échéances peuvent ne pas être respectées, de manière occasionnelle.
 - On parle alors de la qualité de service **QoS (Quality of Service)**, c'est à dire le nombre de traitements qui respectent leurs échéances.
 - Dans ce type de système, on cherche à minimiser le nombre de fautes temporelles des tâches

Classification des systèmes temps réel

- **STR à contrainte ferme ou hybride (Firm)** : Ce sont des systèmes temps réel à contraintes dur où une faible probabilité de manquer les limites temporelles peut être tolérée.
 - La problématique dans ce contexte est d'**éliminer** d'une part toute possibilité de fautes temporelles pour **les tâches strictes**, et de **minimiser** les fautes temporelles pour **les tâches à contraintes souples**.

Domaines d'applications

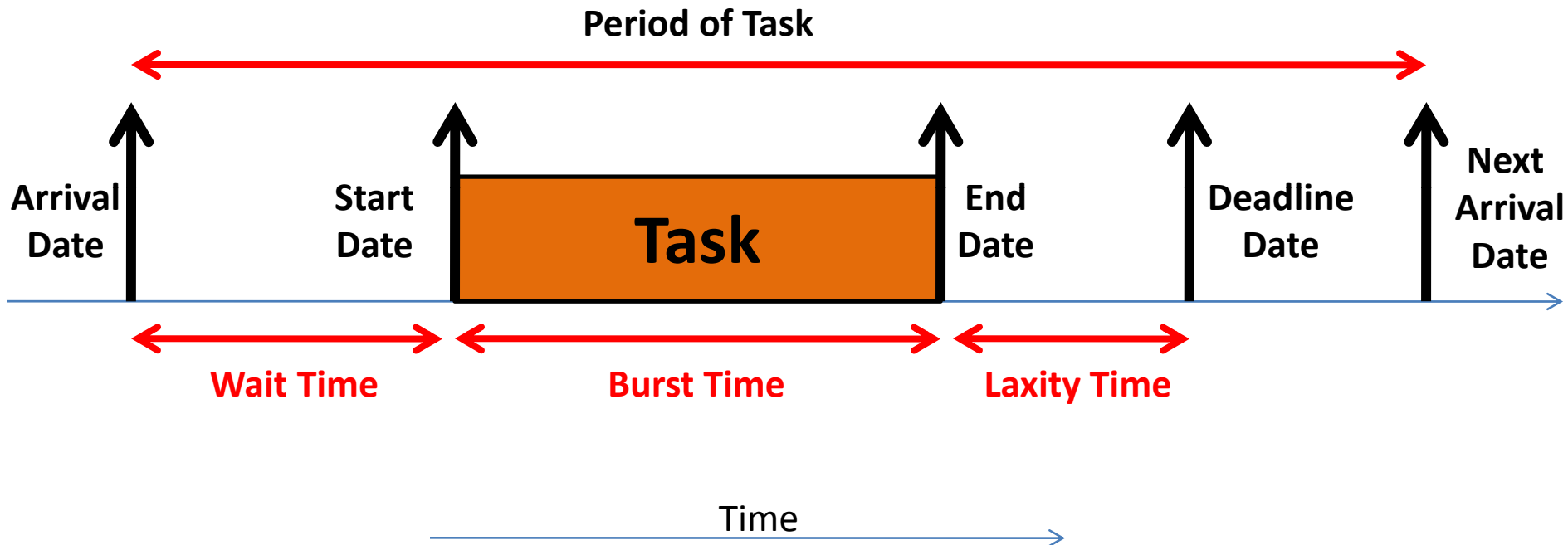
- Les applications temps réel couvrent un très grand domaine dont voici quelque exemple:
 - ❖ Produits de grande consommation : Cafetière, machines à laver, fours à micro-onde,
 - ❖ Electronique grand public : Caméras numériques, appareils photo numériques, multimédia, téléphonie (décodeur vidéo, téléphone portables, consoles de jeu),
 - ❖ Automobile : Systèmes de freins, contrôle moteur,
 - ❖ Contrôle de procédés industriels,
 - ❖ Avionique, spatial, production d'énergie (nucléaire),
 - ❖ Périphériques informatique : FAX, imprimantes, scanner,
 - ❖ ... etc.

La tâche temps réel

(Définition, Etats, Catégories)

- Définition : Les tâches temps réel sont des **entités génériques** qui ont des **contraintes** temporelles et des **relations** de synchronisation et de communication.
- Et chaque tâche est caractérisé par une ensemble de paramètres.
- Exemple : une tâche périodique selon **Liu & Layland** est modélisée comme indiquée la figure suivante:

La tâche temps réel (Définition, Etats, Catégories)



La tâche temps réel

(Définition, Etats, Catégories)

- Cycle de vie d'une tâche : chaque tâche passe par un ensemble d'états de sa date de naissance jusqu'à la date de terminaison.
- Ces états sont:
 - Après création, la tâche se trouve dans l'état **SUSPENDED**.
 - Après initialisation la tâche est réveillé et se trouve dans l'état **READY**.
 - Dans le cas où notre tâche est à l'état READY et présente la tâche de la plus haute priorité; l'ordonnanceur passe cette tâche à l'exécution, donc à l'état **RUN**.
 - Si notre tâche est en cours d'exécution RUN, et on attende d'un évènement/ressource; l'ordonnanceur passe cette tâche à l'état **WAIT**.

La tâche temps réel

(Définition, Etats, Catégories)

- Selon les caractéristiques temporelle et l'interaction entre les tâches, on distingue **5 catégories** sont :
- **Les tâches périodiques** : Les tâches périodiques (ou cycliques) sont des tâches qui sont exécutées à intervalles réguliers.
- **Les tâches apériodiques** : Elles sont définies comme étant des tâches dont on ne connaît pas l'intervalle de temps minimal séparant deux requêtes successives.
- **Les tâches sporadiques** : Elles sont définies comme étant des tâches dont on ne connaît pas à priori de date d'activation, mais dont on connaît l'intervalle minimal, séparant deux requêtes successives.

La tâche temps réel

(Définition, Etats, Catégories)

- **Les tâches dépendantes** : Une tâche doit absolument s'exécuter avant un autre. Lorsqu'une tâche a besoin de résultats produits par une autre tâche ou bien doit attendre qu'une tâche soit arrivée dans un certain état (synchronisation), l'exécution des tâches doit être ordonnée. Il s'agit d'un ordre partiel que l'on peut représenter par un graphe de précédences. Ou les tâches se partagent des ressources communes de manière exclusive.

La tâche temps réel

(Définition, Etats, Catégories)

- **Les tâches indépendantes** : Ce sont des tâches qui ne sont soumises ni à des conditions de précédence, ni des conditions d'exclusion mutuelles. Les tâches indépendantes ne partagent que le processeur.

Ce qu'il faut retenir

- Les systèmes temps réel sont constitués d'un système de contrôle, d'un processus et d'un environnement.
- Ils se différencient des autres systèmes par la prise en compte de contraintes temporelles dont le respect est aussi important que l'exactitude du résultat, autrement dit le système ne doit pas simplement délivrer des résultats exacts, il doit les délivrer dans des délais imposés. Ces systèmes sont utilisés pour contrôler des processus physiques en suivant leur évolution au rythme de leur déroulement.
- La notion d'échéance dans ce type de système influe sur l'opération d'ordonnancement qui doit donc assurer que les tâches s'exécutent avant la fin du délai.
- Les prochains chapitres on va décrire en détail quelques politiques d'ordonnancement des tâches dans les systèmes temps réel.