

CENTRALE  
L Y O N

## TD n°2

**Techniques de simulation à base de multitâche**

- Exemple de simulation de multiprocesseur
- TD de simulation de fonctionnement de la gestion informatisée des voiries dynamiques

BTD/GL/TD2 1

CENTRALE  
L Y O N

## TD n°2 : Simulateur d'un multiprocesseur

- Principes de simulation
- Expression du parallélisme en langage ADA : Tâches
- Etudier des architectures à base de tâches
- Etudier comment gérer le temps virtuel (de simulation)

NPT – nombre de processeurs de traitement

FTI FTT

FTD FTB

NPES – nombre de processeurs d'E/S

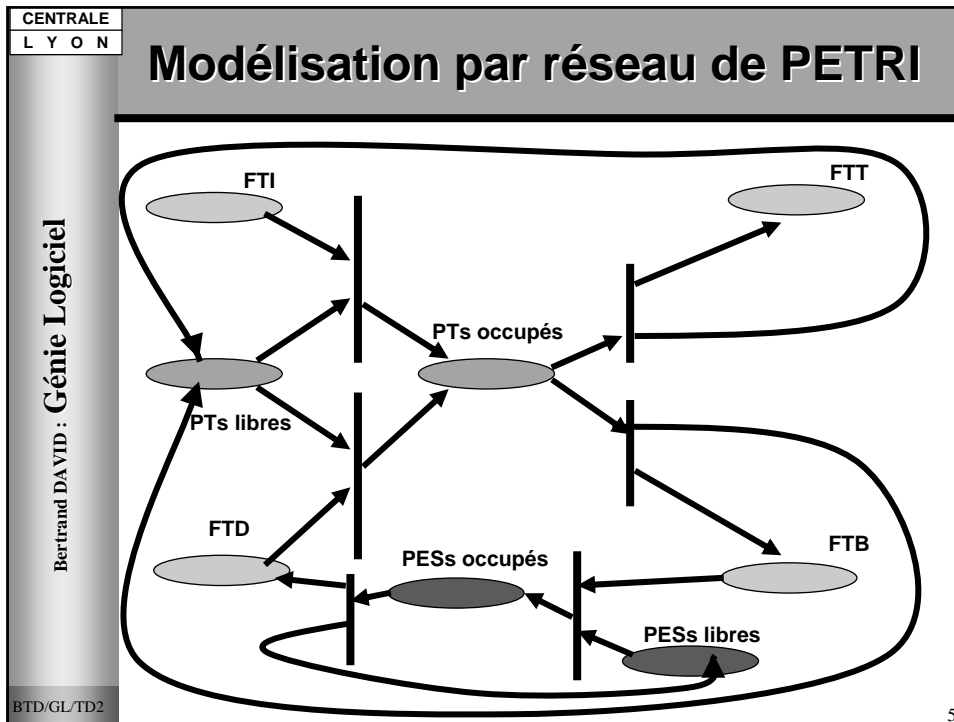
NT – nombre de travaux

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/TD2 2

CENTRALE L Y O N	<h2>Démarche</h2>
Bertrand DAVID : Génie Logiciel	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Présentation du problème : principes retenus pour la simulation du multiprocesseur</li> <li>● Mettre en place un cas (choix du nombre de travaux NT, de processeurs de traitement NPT et de processeurs d'E/S NPES)</li> <li>● Faire à la main la simulation et bâtir des graphiques de bilan manuellement :             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Processeurs / temps: occupation des processeurs</li> <li>– Travaux / temps: traitement des travaux</li> </ul> </li> <li>● Architectures du simulateur : représentation graphique</li> <li>● Architectures du simulateur : description textuelle (en ADA)</li> <li>● Prise en compte de la gestion du temps</li> </ul>
BTD/GL/TD2	3

CENTRALE L Y O N	<h2>Architecture du multiprocesseur</h2>
Bertrand DAVID : Génie Logiciel	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Structure:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mémoire commune partagée</li> <li>– NPT processeurs identiques partageant la mémoire</li> <li>– NPES processeurs spécialisés en Entrées-Sorties</li> <li>– 1 file de travaux initialisés FTI</li> <li>– 1 file de travaux terminés FTT</li> </ul> </li> <li>● Fonctionnement :             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Un processeur traite un travail tant qu'il peut: PAS DE PREEMPTION</li> <li>– Les entrées-sorties sont à la charge du processeur d'E/S.</li> <li>– La suite du travail peut être effectuée par un autre processeur.</li> <li>– Le principe de fonctionnement peut être décrit par le réseau de Petri ci-joint.</li> </ul> </li> </ul>
BTD/GL/TD2	4



CENTRALE  
L Y O N

## Multiprocesseur

- Ressources critiques : files d'attente des travaux
  - FTI: file de travaux initialisés
  - FTB: file des travaux bloqués (sur E/S)
  - FTD: file des travaux débloqués
  - FTT: file des travaux terminés
- Simulation d'un multiprocesseur sur un mono ou multi-processeur :
 

raisonner de façon abstraite en considérant d'avoir le nombre suffisant de processeurs

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/TD2 6

CENTRALE  
L Y O N

## Modélisation du travail

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

- Une suite alternée de traitements et d'E/S
- Un vecteur donne successivement les temps des séquences
- Travail : Item courant; NB d'Items
  - EXEC 10
  - E/S 5
  - EXEC 12
  - E/S 2
  - EXEC 20
  - E/S 4
  - EXEC 4
- Bilans à fournir :
  - Occupation des processeurs/ temps
  - Traitement des travaux par le processeurs/ temps

BTD/GL/TD2 7

CENTRALE  
L Y O N

## Approche de modélisation par tâches ADA

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

- Rappels du cours :
  - tâches
  - Synchronisation : rendez-vous
  - protection de ressources sensibles : tampon actif
  - select et attente limitée

BTD/GL/TD2 8

CENTRALE  
L Y O N

**Propositions de l'architecture du simulateur à base de tâches**

- Processeur modélisé sous forme de tâche ADA ?
- Travail modélisé sous forme de tâche ADA ?
- File modélisée sous forme de tâche ADA ?
- Synchronisations:
  - Qui sollicite le rendez-vous ?
  - Qui propose et accepte le rendez-vous ?
  - Quelles ressources critiques à protéger ?
  - Comment protéger ?
  - Exclusivité d'accès

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/TD2

9

CENTRALE  
L Y O N

**Protection par le Maître**

- **Métaphore du banquet :**  
**Comment protéger la nourriture et les boissons contre les bousculades**

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/TD2

10

CENTRALE  
L Y O N

## Explications du modèle

- Maître accède aux files
- Esclaves sollicitent le rendez-vous avec le maître pour
  - PRENDRE un travail à faire
  - RENDRE un travail fait
- Esclaves : processeurs de traitement et processeurs d'E/S

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/TD2 11

CENTRALE  
L Y O N

## Architecture n° 1 : approche centralisée maître-esclaves

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/TD2 12

CENTRALE  
L Y O N

## Approche distribuée

- Comment éviter la fatigue du Maître ?
- Comment se protéger soi-même ?

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/TD2

13

CENTRALE  
L Y O N

## Explications du modèle

- Chacun est maître à son tour
- Pour accéder aux files il faut être maître (mais un seul maître à la fois) :
- Tâches : processeurs et files
- Qui propose et accepte (les files)
- Qui sollicite (les processeurs)

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/TD2

14

CENTRALE  
L Y O N

## Architecture n° 2 : approche décentralisée

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/TD2 15

CENTRALE  
L Y O N

## Gestion du temps

**Trouver le modèle du temps le plus juste : attention on a**

- le temps réel d'exécution sur le simulateur qui nous n'intéresse pas particulièrement,
- le temps virtuel de chaque processeur qui nous intéresse

Comment faire:

- approche non tâche: une boucle sur les processeurs faisant avancer le temps virtuel d'une unité de temps à chaque tour.
- approche tâche :  
Rendez-vous avec une tâche Horloge

- Travail : Item courant; NB d'Items

EXEC 10  
E/S 5  
EXEC 12  
E/S 2  
EXEC 20

Item courant	Nb d'Items	N°Processeur	Temps Début
Nature	Durée		
EXE	10		
E/S	5		
EXE	12		
E/S	2		
EXE	20		

BTD/GL/TD2 16



CENTRALE  
L Y O N

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/TD2

## Deux solutions

==> **modèle à progression indépendante de chaque processeur** : le processeur avance directement du temps demandé par le travail.  
 Approche très séduisante, mais dans ce cas on trouve dans les files (FTB, FTD, FTT) des travaux dans le désordre. On peut essayer d'ordonner, mais cela ne marche pas.

==> **modèle avec l'horloge virtuelle** : chaque processeur doit recevoir un top d'horloge pour pouvoir progresser dans son exécution. Il faut donc une tâche HORLOGE et choisir un bon modèle de rendez-vous: qui sollicite, qui propose et accepte.  
 Attention à la famine et aux blocages.

- Etudier la bonne terminaison de la simulation (sur nombre de travaux terminés).

BTD/GL/TD2

17

CENTRALE  
L Y O N

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/TD2

## Architecture n° 3: approche décentralisée avec gestion du temps

BTD/GL/TD2

18

CENTRALE  
L Y O N

## Ecriture "pseudo-ADA" des tâches HORLOGE et PROCESSEUR

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

```

task HORLOGE
task body is
LOOP
  FOR I in 1..N DO
    P(I).Temps
  END FOR

  PES.Temps
END LOOP
end horloge

task type PROCESSEUR
entry Temps
end

task body is
LOOP
  SELECT
    FTD.Prendre (T)
    Etat:= Travail
  ELSE
    Etat:= FTDVide
  END SELECT
  IF Etat= FTDVide then
    SELECT
      FTI.Prendre (T)
      Etat:= Travail
    ELSE
      Etat:=FTIVide
    END SELECT
  END IF;

  IF (ETAT= FTIVide) -- AND (ETAT=FTDVide)
    THEN Accept.Temps
  END IF
  IF Etat = Travail THEN
    FOR I in 1..UT DO
      Accept.Temps
    END FOR
  IF Etat = Travail-fini THEN FTT.Rendre
  ELSE FTB.Rendre
  END IF
  END IF
END LOOP
end processeur
            
```

BTD/GL/TD2

19

CENTRALE  
L Y O N

## TD à faire

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

- **Simulation d'un de fonctionnement d'un environnement de gestion dynamique des voiries :**
  - **Quoi simuler ?**
    - Choisir des simplifications
    - Trouver des éléments significatifs
  - **Comment simuler ?**
    - A l'aide de tâches ADA
    - Quelle(s) architecture(s) ?
    - Comment montrer les résultats ?

BTD/GL/TD2

20

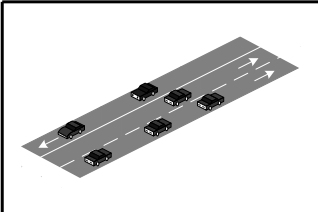
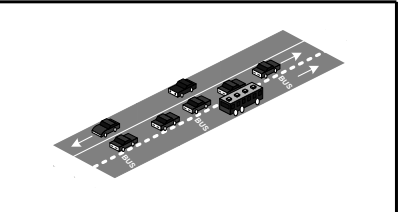
CENTRALE L Y O N	<h2>Contexte</h2>
Bertrand DAVID : Génie Logiciel	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Le trafic routier, tant en ville que hors d'agglomérations croît régulièrement pour déboucher tôt au tard sur les embouteillages.</li> <li>● Se pose alors le problème de leur diminution.</li> <li>● Une première approche conduit à des aménagements comme l'augmentation du nombre de voies,</li> <li>● la seconde vise à segmenter le trafic selon les catégories (voitures particulières, poids lourds, transport en commun, véhicules prioritaires – ambulances, police, pompiers, ...) en proposant des aménagements et règles de circulation spécifiques avec notamment la création de voies spécialisées (bus, tram, trolley, ...).</li> <li>● Ce second choix peut aboutir à des solutions satisfaisantes à condition d'avoir suffisamment d'espace. Quand l'espace manque et quand la fréquence de ce type de trafic spécialisé n'est pas assez dense, on a la sensation de gaspillage et de mauvaise gestion.</li> <li>● Une troisième solution a alors vu le jour, celle d'affectation dynamique des voies aux différents types de transport.</li> </ul>
BTD/GL/TD2	21

CENTRALE L Y O N	<h2>Objectif visé</h2>
Bertrand DAVID : Génie Logiciel	<ul style="list-style-type: none"> <li>● L'objectif de ce TD est de mettre en place un environnement informatique distribué et mobile permettant à tous les acteurs des transports (particuliers, transports en commun, secours, ...) d'utiliser les infrastructures de circulation de façon efficace.</li> <li>● Des solutions très variées des plus physiques (déplacement des murets avec des grues) au plus informationnelles (panneaux à messages variables - PMV) permettant une dynamique plus ou moins grande et rapide.</li> <li>● Aujourd'hui il est certain que la télématique ou les TIC embarquées et/ou mobiles peuvent apporter des solutions conduisant à une dynamique très grande (dégager une voie pour un bus ou une ambulance en temps réel) à condition d'informer suffisamment les différents usagers et assurer à la fois le respect de la législation en matière de transport (ou suggérer de la faire évoluer) et surtout la sécurité de tous les acteurs.</li> <li>● L'environnement augmenté doit permettre d'assurer ces échanges d'information de façon capillaire (au sens du réseau sanguin).</li> <li>● Pour y arriver l'approche MOCOCO (Mobilité – Contextualisation – Coopération) est à mettre en œuvre.</li> </ul>
BTD/GL/TD2	22

CENTRALE  
L Y O N

## Cas d'étude 1

Cas 1 : Transformation de la voie de droite  
en voie réservée aux bus

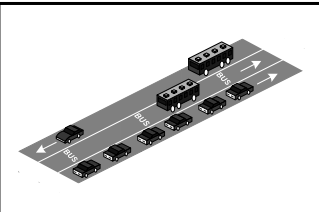
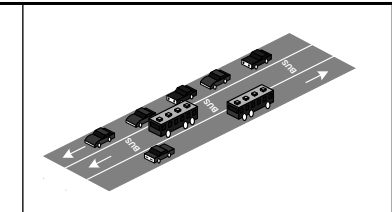
	
<p>Pas de bus : circulation des véhicules sur 2 voies</p>	<p>A l'approche d'un bus la voie de droite est réservée aux bus. Après le passage du bus, la voie réservée est rendue à la circulation générale</p>

BTD/GL/TD223

CENTRALE  
L Y O N

## Cas d'étude 2

- **Cas 2 : Changement de sens d'une voie réservée aux bus**

	
<p>Saturation de la voie montante : la voie réservée permet aux bus d'éviter l'embouteillage. Dans l'autre sens, les bus sont mêlés à la circulation générale non congestionnée</p>	<p>Saturation de la voie descendante : la voie réservée aux bus est inversée</p>

BTD/GL/TD224

CENTRALE  
L Y O N

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

## Cas d'étude 3

Cas 3 complexe : Voirie avec voie bus réservée à double sens présentant une section à voie unique (rétrécissement de chaussée).

Bus descendant seul :  
la section à voie unique est ouverte en sens descendant

Bus montant seul :  
la section à voie unique est ouverte en sens montant.

Croisement de deux bus dans la section à voie unique : ouverture d'une voie réservée supplémentaire prise sur les voies de circulation générale pour le bus montant permettant au bus descendant d'utiliser simultanément la section à voie unique.

BTD/GL/TD2

25

CENTRALE  
L Y O N

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

## Schéma type

- Mise en place d'un système de gestion dynamique des voies doit s'appuyer sur un ensemble de capteurs, d'afficheurs et d'actionneurs se trouvant à des endroits stratégiques : sur la voie (tant capteurs qu'afficheurs et actionneurs), chez les usagers concernés actifs et donc demandeurs (conducteurs TC, ambulances, pompiers, voire camions), passifs (usagers lambda, « subissant » les modifications imposées (afficheurs seulement) et externes – régulateurs du trafic.

BTD/GL/TD2

26

CENTRALE  
L Y O N

**Notions importantes :**

- Trajet : succession de Segments de Transport à parcourir
- Segment de Transport (ST) : parcours élémentaire de déplacement avec sa capacité (C) : nombre initial de voies dans chaque sens
- Nœuds de croisement (NC) : lieu de raccordement de segments de transport
- Trajet : succession de ST via des NC avec Priorité (P) de déplacement urgent (U) ou normal (N)
- Ville : graphe composé de ST et de NC.
- Déplacement : Trajet + Priorité

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/TD2

27

CENTRALE  
L Y O N

**Une simulation est définie par :**

- ND nombre de déplacements : trajet + priorité
- NV nombre de véhicules
- NST nombre de segments de transport
- NPC nombre de points de croisement

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/TD2

28

CENTRALE  
L Y O N

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/TD2

# Trajet

- Déplacement : Trajet + Priorité (Urgent / Normal)
- Trajet : Etape courante; NB d'Items

Priorité U / N	
PC0	0
ST1	5
PC2	0
ST3	1
PC1	0
ST5	2
PC3	0
ST7	1
PC5	0

**Circulation sur le segment**

V1	=>	=>	=>	=>
V2	=>	=>	<=>	=>
V3	<=>	<=>	<=>	=>
V4	<=>	<=>	<=>	<=>

Etape courante	Nb d'Items	Priorité	
Nature	Longueur	Temps Début	Temps Fin
PC0	0		
ST1	5		
PC2	0		
ST3	1		
PC1	0		
ST5	2		
PC3	0		
ST7	1		
PC5	0		

29

CENTRALE  
L Y O N

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

# Fonctionnement

**Nœud PC1 :**

**Segment STj :**

CENTRALE  
L Y O N

## Deux approches :

- **Graphe explicite** de la ville comme support d'architecture du simulateur :
  - Le simulateur reflète la topologie du réseau de la ville (Segments et Nœuds)
- **Graphe implicite** comme support de l'architecture du simulateur :
  - On interprète les trajets, considérés comme justes par rapport à la topologie du réseau
- **Avantage / inconvénients de chaque cas :**
  - **Explicite** : on contrôle la validité des trajets proposés, mais l'approche est rigide et toute modification lourde
  - **Implicite** : on ne contrôle pas la validité, mais l'approche est souple, sans modification de l'architecture lors d'un changement de topologie du réseau

31

CENTRALE  
L Y O N

## Composants de la structure et principes de l'architecture

- **Composant de base : File d'entrée du Point de Croisement (PCi) sur segment(STj).**

```

graph LR
    A[File STj] --> B[PCi/STj]
  
```

- Dans le cas implicite le véhicule est placé dans le prochain élément du trajet donc dans Noeud (PCi) sur segment (STj).
- A la fin de l'exécution d'un élément du trajet, on retourne le Trajet dans la file d'entrée du Chauffeur (Ci), qui l'oriente vers le prochain segment (PCK, STp) comme décrit dans le Trajet

32



CENTRALE  
L Y O N

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

## Trois cas à considérer :

1. **Simulation FIFO**, exécution dans l'ordre d'apparition, tout le monde a la même priorité (N) « neutre »
2. **Simulation avec le respect statique des priorités** : des files à priorité, on prend en compte la priorité (Urgent ou Normal) du déplacement.
3. **Simulation avec la modification dynamique des affectations de voiries**, à la demande le réseau peut changer affectation des voiries (Banalisé ou Réservé) et le sens

BTD/GL/TD2 33

CENTRALE  
L Y O N

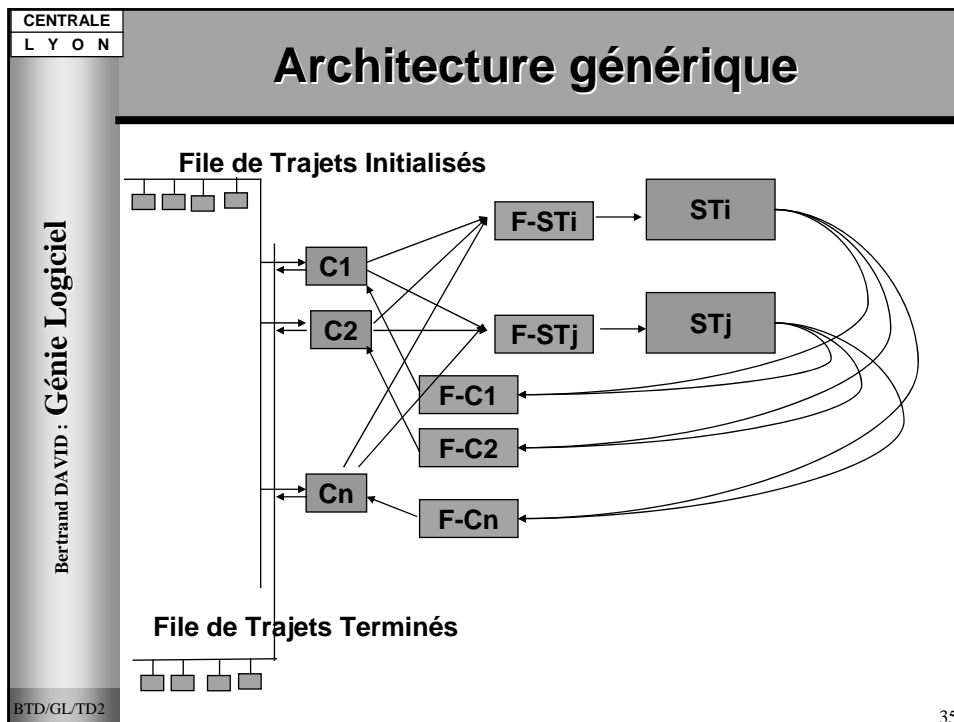
Bertrand DAVID : Génie Logiciel

## Architecture (début)

The diagram illustrates the initial architecture. A vertical line represents the driver's path. At the top, a horizontal line labeled 'File de Trajets Initialisés' (FTI) has four small squares representing routes. Arrows point from these squares to the vertical line. On the vertical line, three boxes labeled 'C1', 'C2', and 'Cn' are positioned. Arrows point from the vertical line to each of these boxes. At the bottom, another horizontal line labeled 'File de Trajets Terminés' (FTT) has four small squares. Arrows point from the vertical line to these squares, indicating that completed routes are moved to the FTT.

- FTI : file des trajets à effectuer
- FTT : file des trajets effectués
- Chauffeur accède à la FTI pour prendre un Trajet.
- Quand un trajet est terminé, le chauffeur l'enfile dans FTT

BTD/GL/TD2 34



CENTRALE  
L Y O N

## Dossier à rendre

- Décrire l'approche : principes, éléments significatifs, modélisation des travaux, comment ça fonctionne.
- Faire une simulation à la main d'un cas simple
- Elaborer une architecture (composants et relations, notamment de type Rendez-vous ou appels de services) pour le cas FIFO et donner le code des tâches ADA correspondantes
- Montrer les évolutions (architecture et code) pour gérer les voiries à priorités statiques (Normal et Urgent)
- Discuter comment arriver à mettre en place le 3° cas qui veut modifier dynamiquement les affectations des voiries ((**Banalisé ou Réserve**) et le **sens**). Donner des explications sous forme d'une rédaction et ajouter éventuellement des modifications de l'architecture et du fonctionnement (code).

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/TD2

36