# Système de Gestion de la Mémoire Physique

ENSIMAG 2A, édition 2015-2016

Ensimag - Grenoble INP



## Déroulement des 3 TPs

- En binôme (1+1). Les mêmes binômes pour les 3 TPs (pas de divorce en cours de route)
- Variante du sujet au choix (TP 1 : Buddy, Chaînage, Weighted Buddy)
- Rendu : le code source en C complet (qui compile, avec les fichiers fournis, tests...) (fichier tar obtenu par `make package_source`)
- Les informations : sujets, transparents, entrepôt git avec les squelettes de code, batterie de test, sont sur `http://ensiwiki.ensimag.fr`,
- Rendu du code source sur Teide exclusivement,
- Application de la Chartre des projets de Teide sur les fraudes.



## Notation

**Notation (1/3 note de SEPC)**

- Note de l'examen de TP portant sur une portion d'un des trois TPs (même environnement : cmake, tests automatiques, etc.)
- Pas de session 2
- Rendu obligatoire des 3 TPs. Note de 0 au binome si un des TP manque
- Fraude : note de 0 au binome
- Les rendus des 3 TPs servent à remonter les notes d'examen jugées très basses (ex. rendus d'examens qui ne compilent pas).



## Plan

# Système de gestion de la mémoire physique

Rôle

- Fournir des zones de mémoire aux programmes qui en font la demande
- Gérer l'utilisation des zones de mémoires disponibles

Les TP Système de gestion de mémoire physique Algorithmes de gestion de mémoire physique 'Buddy system'

# Système de gestion de la mémoire physique

Rôle

- Fournir des zones de mémoire aux programmes qui en font la demande
- Gérer l'utilisation des zones de mémoires disponibles

Deux "types" de mémoire

Mémoire physique : Gestion de la mémoire matérielle de la plate-forme (e.g. RAM)

Mémoire virtuelle : Fournir une plage mémoire plus large que celle matériellement disponible, et propre à chaque programme utilisateur

Les TP Système de gestion de mémoire physique Algorithmes de gestion de mémoire physique 'Buddy system'

# Système de gestion de la mémoire physique

Rôle

- Fournir des zones de mémoire aux programmes qui en font la demande
- Gérer l'utilisation des zones de mémoires disponibles

Deux "types" de mémoire

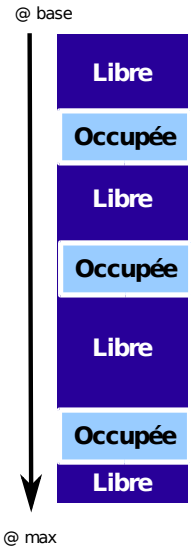
Mémoire physique : **Gestion de la mémoire matérielle de la plate-forme (e.g. RAM)**

Mémoire virtuelle : Fournir une plage mémoire plus large que celle matériellement disponible, et propre à chaque programme utilisateur

Les TP Système de gestion de mémoire physique Algorithmes de gestion de mémoire physique 'Buddy system'

# Système de gestion de la mémoire physique

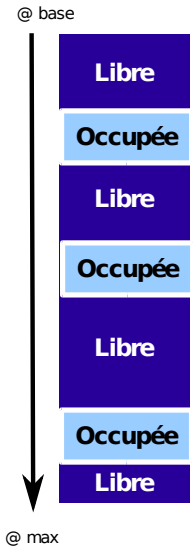
Besoins et Services




Besoins et services

# Système de gestion de la mémoire physique

## Besoins et Services



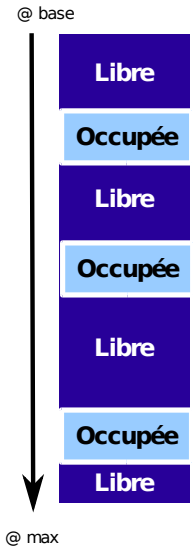

### Besoins et services

- Connaître la mémoire physique : *@ base*, *@ max*

Les TP Système de gestion de mémoire physique Algorithmes de gestion de mémoire physique 'Buddy system'

# Système de gestion de la mémoire physique

## Besoins et Services



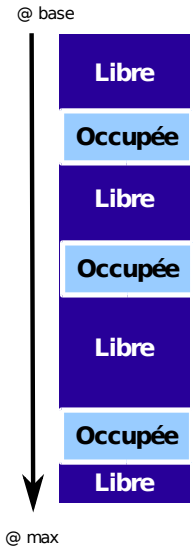

### Besoins et services

- Connaître la mémoire physique : *@ base*, *@ max*
- Connaître les zones libres et les zones utilisées : *Libre*, *Occupée*

Les TP Système de gestion de mémoire physique Algorithmes de gestion de mémoire physique 'Buddy system'

# Système de gestion de la mémoire physique

## Besoins et Services



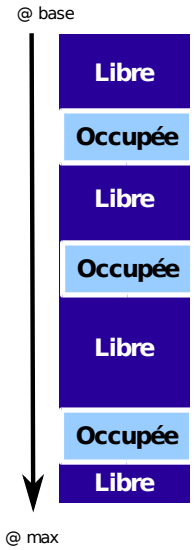

### Besoins et services

- Connaître la mémoire physique : *@ base*, *@ max*
- Connaître les zones libres et les zones utilisées : *Libre*, *Occupée*
- Fournir des zones libres lorsqu'un programme le demande : *Allocation*

Les TP Système de gestion de mémoire physique Algorithmes de gestion de mémoire physique 'Buddy system'

# Système de gestion de la mémoire physique

## Besoins et Services




### Besoins et services

- Connaître la mémoire physique : *@ base*, *@ max*
- Connaître les zones libres et les zones utilisées : *Libre*, *Occupée*
- Fournir des zones libres lorsqu'un programme le demande : *Allocation*
- Libérer les zones "rendues" par un programme : *Libération*

## Utilisateurs du système de gestion de la mémoire

### Le système d'exploitation

C'est l'utilisateur principal !

- Utilisation pour son propre compte : structures internes, cache de fichiers sur disque, tampon de réception/envoi réseaux, etc.
- Gestion de la mémoire virtuelle : simuler une grande mémoire propre à chaque programme

Les TP Système de gestion de mémoire physique Algorithmes de gestion de mémoire physique 'Buddy system'

## Utilisateurs du système de gestion de la mémoire

### Le système d'exploitation

C'est l'utilisateur principal !

- Utilisation pour son propre compte : structures internes, cache de fichiers sur disque, tampon de réception/envoi réseaux, etc.
- Gestion de la mémoire virtuelle : simuler une grande mémoire propre à chaque programme

### les processus / programmes utilisateurs

Uniquement en cas d'absence de mémoire virtuelle (eg. systèmes embarqués)

- Allocation mémoire pour les structures propres à un programme

Les TP Système de gestion de mémoire physique Algorithmes de gestion de mémoire physique 'Buddy system'

## Structure de données et primitives d'utilisation

### Structures de données

Structures de description de la mémoire et de son utilisation

- Description de la zone (`@base,taille,...`)
- Descripteurs, tables (liste) des Zones Libres et/ou utilisées

Les TP Système de gestion de mémoire physique Algorithmes de gestion de mémoire physique 'Buddy system'

## Structure de données et primitives d'utilisation

### Structures de données

Structures de description de la mémoire et de son utilisation

- Description de la zone (`@base,taille,...`)
- Descripteurs, tables (liste) des Zones Libres et/ou utilisées

### Primitives

Initialisation des structures de gestion de la mémoire

Allocation de mémoire retourne l'*adresse du début* d'une zone libre contiguë de taille requise
`Allouer(taille)` ⇒ pointeur de début de zone

Libération de mémoire rend la zone précédemment allouée
`Libérer(@zone,taille)` ⇒ code d'erreur

# Plan





# Stockage de l'information

**Contradiction ?**

- Pour gérer la mémoire, il faut stocker de l'information sur les différentes zones,
- Cette information sur les zones doit être stockée dans la mémoire.



# Stockage de l'information

**Contradiction ?**

- Pour gérer la mémoire, il faut stocker de l'information sur les différentes zones,
- Cette information sur les zones doit être stockée dans la mémoire.

Où et que stocker ?



# Stockage de l'information

**Contradiction ?**

- Pour gérer la mémoire, il faut stocker de l'information sur les différentes zones,
- Cette information sur les zones doit être stockée dans la mémoire.

Où et que stocker ?

- On peut stocker de l'information dans les Zones Libres !

# Stockage de l'information

**Contradiction ?**

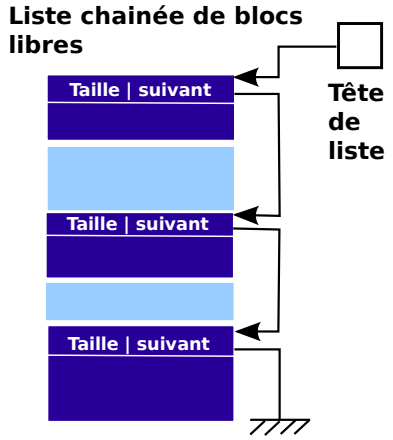
- Pour gérer la mémoire, il faut stocker de l'information sur les différentes zones,
- Cette information sur les zones doit être stockée dans la mémoire.

Où et que stocker ?

- On peut stocker de l'information dans les Zones Libres !
- Du coup, on stocke les descriptions des Zones Libres ! Pourquoi ? Avantages ? Inconvénients ?



# Algorithme de base : chaînage des Zones Libres (ZL)




- Informations sur les ZL contenues dans les ZL (taille, adresse suivante)
- Chaînage simple ou circulaire
- Allocation
  - Parcours de la liste des ZL.
  - Choix d'une ZL en fonction de la taille demandée suivant des critères de choix variés : *best fit, first fit, worst fit,...*
- Libération et fusion éventuelle des zones libres adjacentes



# Avantages - Inconvénients

Avantages

- Utilisation des zones libres pour stocker les informations du système de gestion de la mémoire
- Algorithme simple

Inconvénients

- Performances : parcours linéaire
- Fragmentation : Allocation de petite taille en général



# Plan

# Plan





# Algorithme du compagnon (buddy system)

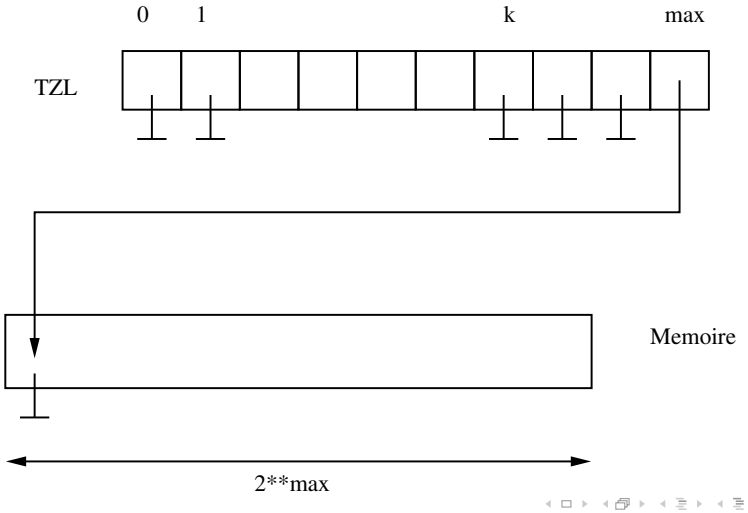
- Allocation par blocs de tailles prédéfinies
  - Blocs de taille $2^k$
  - pour une totale mémoire de taille $2^{max}$
- Principe d'allocation (dans la Table des zones libres)
  - Recherche d'un bloc de taille $\geq 2^k$.
  - Découpage des blocs libres en 2 blocs de taille inférieure (2 'compagnons') si nécessaire
- Principe de libération
  - Recherche du 'compagnon' du bloc libéré
  - Fusion (récursive) des 'compagnons' si possible pour rendre un seul bloc libre de la taille maximum possible



# Allocation dans le 'buddy system'

État inital

Dans l'état initial, il n'y a qu'un bloc de taille $2^{max}$

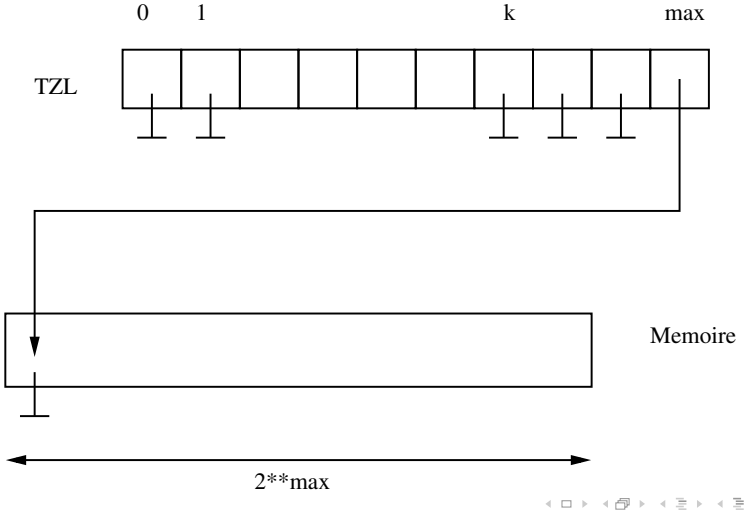





# Allocation dans le 'buddy system'

Allocation de $2^k$

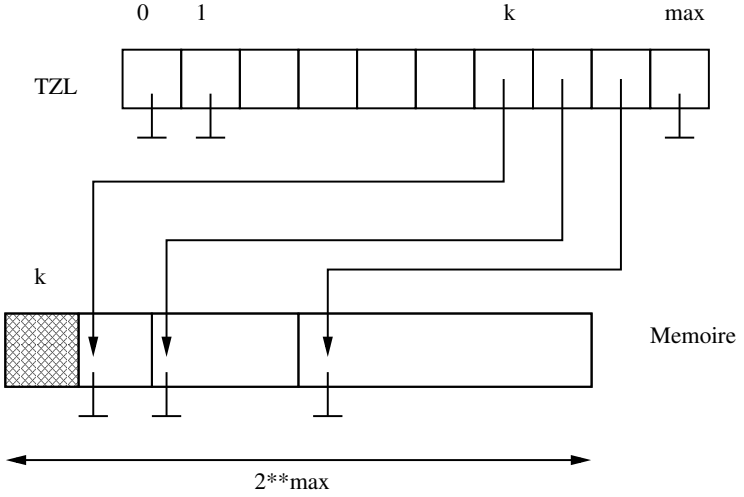
Pour allouer un bloc de taille $2^k$ il faut trouver un bloc de taille supérieure ou égale et le découper récursivement si nécessaire.



# Allocation dans le 'buddy system'

Allocation de $2^k$

Pour allouer un bloc de taille $2^k$ il faut trouver un bloc de taille supérieure ou égale et le découper récursivement si nécessaire.

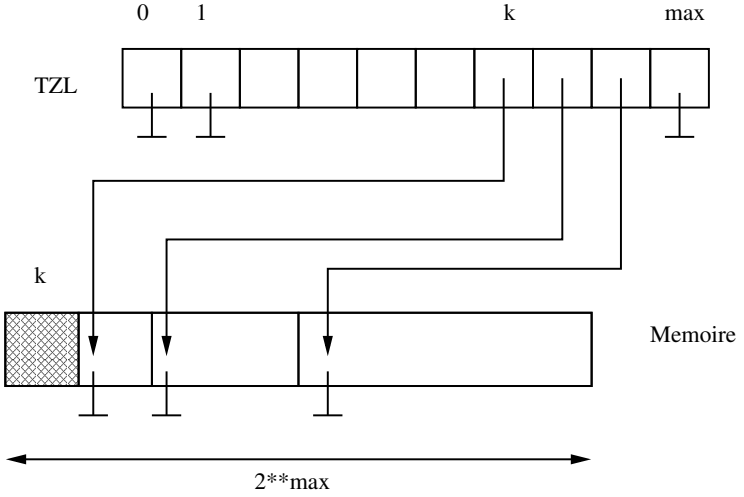





# Libération dans le 'buddy system'

Fusion

Il faut fusionner un bloc libéré de taille $2^k$ avec son compagnon si ce dernier est libre.

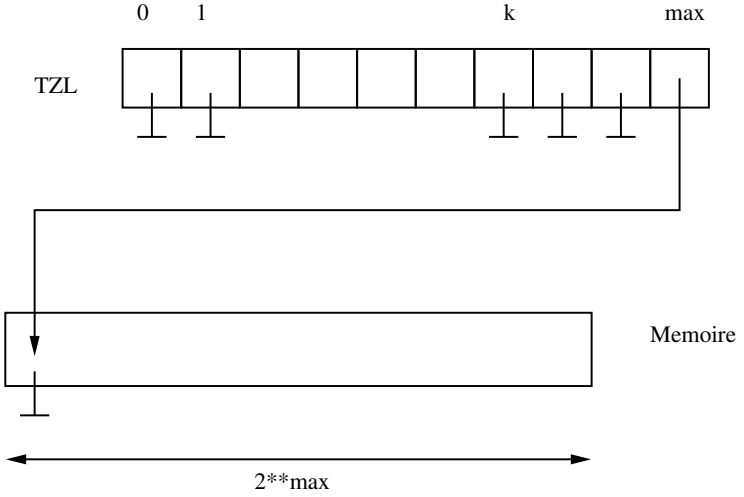





# Libération dans le 'buddy system'

Fusion

Il faut fusionner un bloc libéré de taille $2^k$ avec son compagnon si ce dernier est libre.

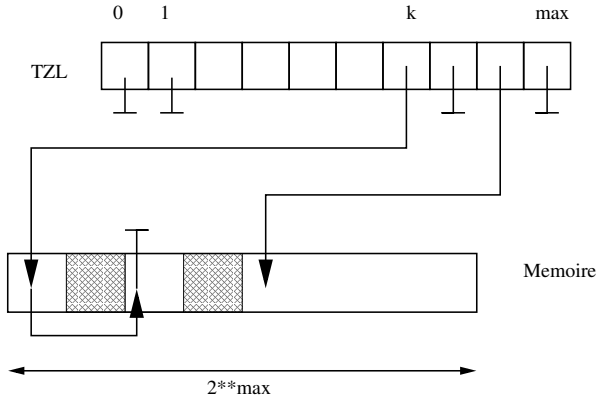





# Question sur le 'buddy system'

Question

Proposer une séquence courte d'allocation/désallocation produisant l'état suivant (Lors de la découpe d'un bloc pour une allocation, c'est le bloc de gauche qui est utilisé)



# Recherche du compagnon

Calcul du compagnon

Les adresses des blocs sont des multiples de leur taille. Les compagnons correspondent à deux paires successives.

Question

Pour des blocs de taille 2, les blocs d'adresses 4 et 6 sont compagnons. Explicitez les valeurs de tailles et d'adresses en base 2 et déduisez-en comment calculer l'adresse du compagnon d'un bloc libéré.



# Allocation en nombre de Fibonacci

Une allocation en puissance de 2 entraîne parfois des "pertes" car le système utilise un grand nombre d'objets de taille $2^n + k$ avec k petit.



# Allocation en nombre de Fibonacci

Une allocation en puissance de 2 entraîne parfois des "pertes" car le système utilise un grand nombre d'objets de taille $2^n + k$ avec k petit.

Approche de FreeBSD

- Semblable à l'algorithme du Buddy
- La zone initiale est de taille fibo(n)
- Chaque zone $fibo(k)$ est coupée en zones de taille $fibo(k-1)$ et $fibo(k-2)$
- À la fusion, on cherche à savoir si le compagnon est le bloc $fibo(k-1)$, "avant", ou $fibo(k+1)$ "après" (un seul des deux est valide !). On recalcule le decoupage de façon identique à la création.



# Allocation en weighted buddy

# Allocation en weighted buddy

Compagnon pondéré

- Semblable à l'algorithme du Buddy, mais avec les tailles intermédiaires en plus. (On perdra au pire 1/4 au lieu de 1/2).
- La zone initiale est de taille $2^n$
- chaque zone $2^k$ est coupée en 2 zones de taille $2^{k-2}$ et $3 \times 2^{k-2}$ (1/4 ET 3/4)
- Chaque zone $3 \times 2^k$ ($2^{k+1} < 3 \times 2^k < 2^{k+2}$) est coupée en 2 zones de taille $2^k$ et $2^{k+1} = 2 \times 2^k$ (1/3 et 2/3).
- À la fusion, on recalcule la découpe pour connaitre la taille et la position du compagnon.
- Deux tableaux supplémentaires : `SIZE[i]`, la taille de la i-ème entrée de la TZL et `SUBBUDDY[i]`, l'indice dans la TZL du petit buddy de la découpe (l'indice du grand est i-1).



# GDB est votre ami !

même dans ddd, eclipse, qtcreator, codelite, code : :blocs, kdevelop, monodevelop, emacs

- autocompletion sur les noms
- `i=100 # changer une variable à la volée`
- `print TZL@5 # 5 premières cases de la TZL`
- `x/5xg TZL # 5 premiers pointeurs 64bits (g) de la TZL en hexa (x)`
- `break mem_alloc if n == 64 # stop seulement pour les allocations de 64`
- `watch -l & TZL[3]->suiv # stop si la valeur du champ suivant change`
- `checkpoint` et `restart # pour ne pas repartir du début`
- `set $a=cour->suiv->suiv; print $a # des variables`
- `define ajout print $arg0 + $arg1 # des fonctions`



# GDB est votre ami !

**GDB en 1A**

Vous devriez (re)faire le TP gdb de 1A du projet C (break ; print ; run ; step ; next)

gdb sait faire mille autres choses pour les curieux : API Python ; Threads ; core ; signaux ; débogage à distance ; exécuter le programme à l'envers, etc.

Le slide suivant donne quelques commandes utiles pour le TP 1