

# Mémoire dynamique

Allocation  
Structure de données:  
chainage dynamique et graphes

001

## Mémoire dynamique

Il est possible d'allouer des emplacements mémoire dans le tas (heap)

**Avantages:** + Peut gérer les grandes quantités de données  
+ Peut allouer des tableaux de tailles variables

**Inconvénient:** - N'est pas géré automatiquement en C



Allocation/occupation d'espace mémoire par:  
malloc(taille)

Désallocation/libération d'espace mémoire par:  
free(adresse)

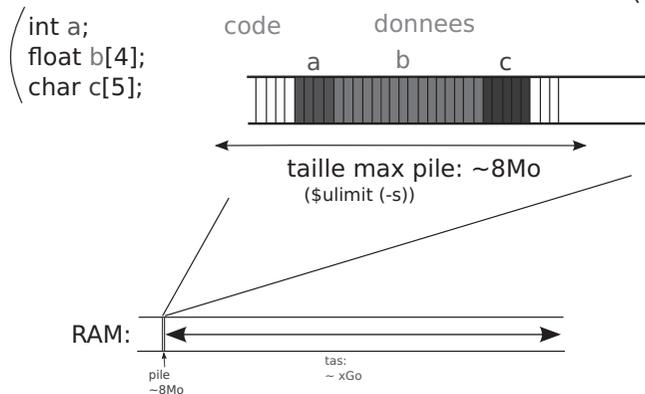
=> A la charge du programmeur de bien gérer l'allocation/libération  
=> **Attention: >90% des erreurs se font sur la gestion mémoire**

Note: Le C n'est pas le langage le + adapté pour la gestion de mémoire simple

003

## Mémoire dynamique

Toutes les variables déclarées explicitement sont dans la pile (stack)



002

## Mémoire dynamique



Exemple:

```
int main()
{
    int *mon_tableau=NULL;
    mon_tableau=malloc(5*sizeof(int));
    if(mon_tableau==NULL)
    {printf("Erreur allocation memoire\n");exit(1);}
    int k=0;
    for(k=0;k<5;++k)
        mon_tableau[k]=2*k;
    for(k=0;k<5;++k)
        printf("%d\n",mon_tableau[k]);
    free(mon_tableau);
    mon_tableau=NULL;
    return 0;
}
```

Annotations for the code example:

- allocation espace mémoire (pointing to `malloc`)
- vérification (pointing to `if(mon_tableau==NULL)`)
- utilisation comme un tableau standard (pointing to the `for` loop)
- libération mémoire (pointing to `free`)

004

# Mémoire dynamique



Exemple:

```
int main()
{
    int *mon_tableau=NULL;
    mon_tableau=malloc(5*sizeof(int));
    if(mon_tableau==NULL)
    {printf("Erreur allocation memoire\n");exit(1);}
    int k=0;
    for(k=0;k<5;++k)
        mon_tableau[k]=2*k;
    for(k=0;k<5;++k)
        printf("%d\n",mon_tableau[k]);
    free(mon_tableau);
    mon_tableau=NULL;
    return 0;
}
```

erreur classique: malloc(5)  
oublie taille de l'entier=4 octets

erreur classique: oublie verification

erreur classique: dépassement tableau

erreur classique: oublie libération  
(perte d'espace RAM!)

005

# Mémoire dynamique



Exemple: redimensionnement d'un tableau

```
int main()
{
    int taille_1=500;
    tableau=malloc(taille_1*sizeof(float));
    if(tableau==NULL)
    {printf("Erreur allocation tableau\n");exit(1);}
    int k=0;
    for(k=0;k<taille_1;++k)//remplissage de 500 cases
        tableau[k]=cos((float)k/taille_1*2*M_PI);
    int taille_2=1000;
    copie_et_agrandissement_tableau(taille_2);
    //remplissage des 500 cases suivantes
    for(k=taille_1;k<taille_2;++k)
        tableau[k]=k*k;
    free(tableau);//liberation de l'espace memoire
    tableau=NULL;
    return 0;
}

float *tableau=NULL;
void copie_et_agrandissement_tableau(int nouvelle_taille)
{
    float *tableau_temporaire=tableau;//copie du pointeur
    //allocation du tableau avec nouvelle taille
    tableau=NULL;
    tableau=malloc(nouvelle_taille);
    if(tableau==NULL)
    {printf("Erreur allocation tableau\n");exit(1);}
    //copie des valeurs du tableau precedent
    int k=0;
    for(k=0;k<nouvelle_taille;++k)
        tableau[k]=tableau_temporaire[k];
    //liberation du tableau precedent
    free(tableau_temporaire);
    tableau_temporaire=NULL;
}
```

007

# Mémoire dynamique



Exemple: tableau de taille non connue à la compilation

```
int main()
{
    printf("Donnez un nombre de cases a allouer positif: ");
    int n=0;
    scanf("%d",&n);
    if(n<=0 || n>5000000)
    {
        printf("Nombre %d invalide\n",n);
        exit(1);
    }
    int *tableau=NULL;
    tableau=malloc(n*sizeof(int));
    printf("Je viens d'allouer dynamiquement un tableau de %d entier\n",n);
    int k=0;
    for(k=0;k<n;++k)
        tableau[k]=k;
    free(tableau);
    tableau=NULL;
}
```

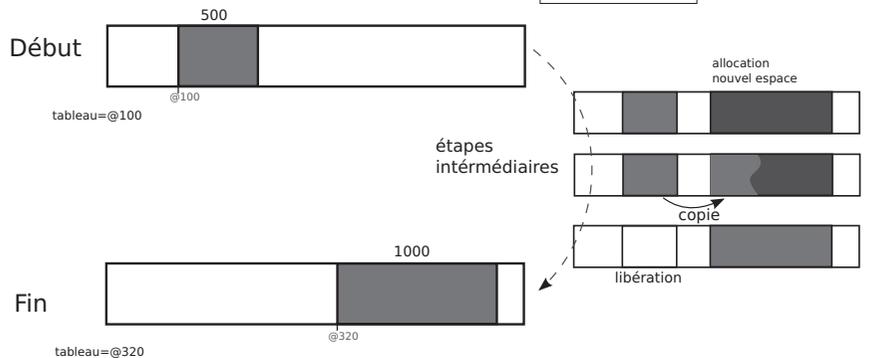
006

# Mémoire dynamique



Exemple: redimensionnement d'un tableau

Principe:



**Attention:** Aggrandissement de tableau=  
nouvelle allocation+copie = long !

008

# Mémoire dynamique



Exemple: mémoire dynamique sur une struct

```

struct tronc
{
    float epaisseur_ecorce;
    int nombre_anneaux;
};

struct feuilles
{
    float largeur;
    float longueur;
};

struct arbre
{
    struct tronc;
    struct feuilles;
};

int main()
{
    struct arbre *foret=NULL;
    foret=malloc(3*sizeof(struct arbre));

    foret[0].tronc.epaisseur_ecorce=1.5;
    foret[1].feuilles.largeur=5.0;

    free(foret);
    foret=NULL;

    return 0;
}
    
```

009

# Mémoire dynamique



Exemple: structure de données avancées: liste chaînée

```

struct maillon
{
    int valeur;
    struct maillon *suivant;
};

int main()
{
    struct maillon m;
    m.valeur=5;
    m.suivant=malloc(sizeof(struct maillon));

    struct maillon* m2=NULL;
    m2=m.suivant;
    m2->valeur=8;

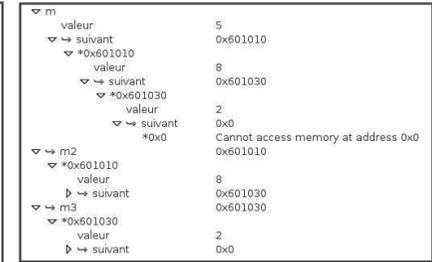
    m2->suivant=malloc(sizeof(struct maillon));

    struct maillon* m3=NULL;
    m3=m2->suivant;
    m3->valeur=2;

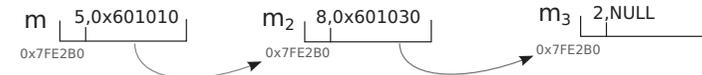
    printf("%d %d %d\n",m.valeur,
           m.suivant->valeur,
           m.suivant->suivant->valeur);

    printf("%d %d %d\n",m.valeur,m2->valeur,m3->valeur);

    return 0;
}
    
```



(tableau de taille quelconque qui peut d'agrandir)



011

# Mémoire dynamique

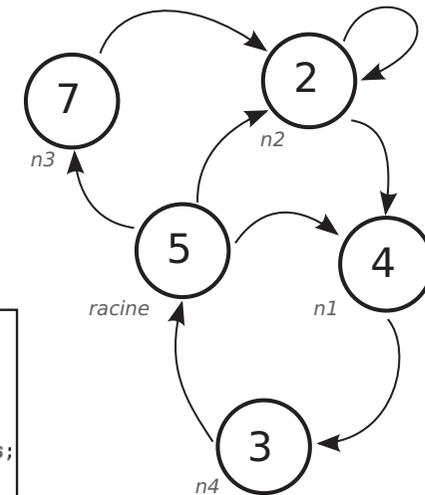
Allocation  
 → **Structure de données:**  
 chaînage dynamique et graphes

010

# Mémoire dynamique



Exemple: structure de données avancées: graphe



```

struct noeud
{
    int valeur;

    int nombre_fils;
    struct noeud **fils;
};
    
```

012

# Mémoire dynamique



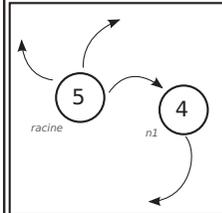
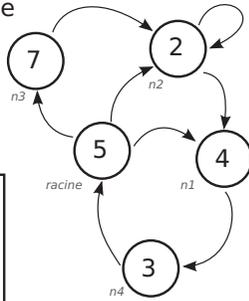
Exemple: structure de données avancées: graphe

```
struct noeud
{
    int valeur;
    int nombre_fils;
    struct noeud **fils;
};
```

```
int main()
{
    //allocation
    struct noeud *racine=NULL;
    racine=malloc(sizeof(struct noeud));
    assert(racine!=NULL);

    racine->valeur=5;
    racine->nombre_fils=3;
    racine->fils=NULL;
    racine->fils=malloc(racine->nombre_fils*sizeof(struct noeud *));
    assert(racine->fils!=NULL);

    struct noeud* n1=NULL;
    n1=malloc(sizeof(struct noeud));
    assert(n1!=NULL);
    n1->valeur=4;
    racine->fils[0]=n1;
    n1->nombre_fils=1;
    n1->fils=NULL;
    n1->fils=malloc(n1->nombre_fils*sizeof(struct noeud *));
    assert(n1->fils!=NULL);
```



013

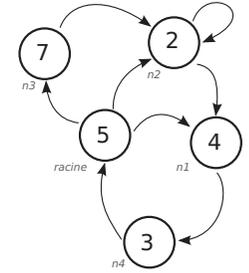
# Mémoire dynamique



Exemple: structure de données avancées: graphe

```
struct noeud
{
    int valeur;
    int nombre_fils;
    struct noeud **fils;
};
```

```
//utilisation
int valeur_racine=racine->valeur;
int valeur_n4=racine->fils[1]->fils[0]->fils[0]->valeur;
printf("%d %d\n",valeur_racine,valeur_n4);
```



015

# Mémoire dynamique



Exemple: structure de données avancées: graphe

```
struct noeud
{
    int valeur;
    int nombre_fils;
    struct noeud **fils;
};
```

```
int main()
{
    //allocation
    struct noeud *racine=NULL;
    racine=malloc(sizeof(struct noeud));
    assert(racine!=NULL);

    racine->valeur=5;
    racine->nombre_fils=3;
    racine->fils=NULL;
    racine->fils=malloc(racine->nombre_fils*sizeof(struct noeud *));
    assert(racine->fils!=NULL);

    struct noeud* n1=NULL;
    n1=malloc(sizeof(struct noeud));
    assert(n1!=NULL);
    n1->valeur=4;
    racine->fils[0]=n1;
    n1->nombre_fils=1;
    n1->fils=NULL;
    n1->fils=malloc(n1->nombre_fils*sizeof(struct noeud *));
    assert(n1->fils!=NULL);

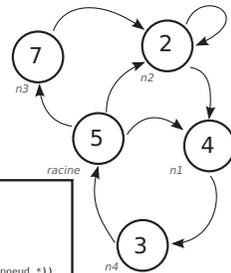
    struct noeud* n2=NULL;
    n2=malloc(sizeof(struct noeud));
    assert(n2!=NULL);
    n2->valeur=2;
    n2->nombre_fils=2;
    n2->fils=NULL;
    n2->fils=malloc(n2->nombre_fils*sizeof(struct noeud *));
    assert(n2->fils!=NULL);
    racine->fils[1]=n2;

    struct noeud* n3=NULL;
    n3=malloc(sizeof(struct noeud));
    assert(n3!=NULL);
    n3->valeur=7;
    n3->nombre_fils=1;
    n3->fils=NULL;
    n3->fils=malloc(sizeof(struct noeud*));
    assert(n3!=NULL);
    n3->fils[0]=n2;

    racine->fils[2]=n3;

    struct noeud* n4=NULL;
    n4=malloc(sizeof(struct noeud));
    assert(n4!=NULL);
    n4->valeur=3;
    n4->nombre_fils=1;
    n4->fils=NULL;
    n4->fils=malloc(n4->nombre_fils*sizeof(struct noeud*));
    assert(n4->fils!=NULL);
    n4->fils[0]=racine;

    n1->fils[0]=n4;
```



014

# Mémoire dynamique



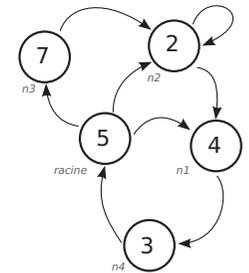
Exemple: structure de données avancées: graphe

```
struct noeud
{
    int valeur;
    int nombre_fils;
    struct noeud **fils;
};
```

```
//desallocation
free(racine->fils);
free(n1->fils);
free(n4->fils);
free(n3->fils);
free(n2->fils);

free(racine);
free(n1);
free(n2);
free(n3);
free(n4);

return 0;
}
```



Ne pas oublier de libérer la mémoire => 10 malloc, donc 10 free !

Vérification par valgrind (absence fuite mémoire) Obligatoire!

```
HEAP SUMMARY:
    in use at exit: 0 bytes in 0 blocks
    total heap usage: 10 allocs, 10 frees, 144 bytes allocated
    All heap blocks were freed -- no leaks are possible
```

Exercice difficile!

016