# IAP2 – Cours n°4 – Novembre 2007 - ENSIIE

C. DUBOIS

# Allocation dynamique de la mémoire

2 types de données dans un programme :

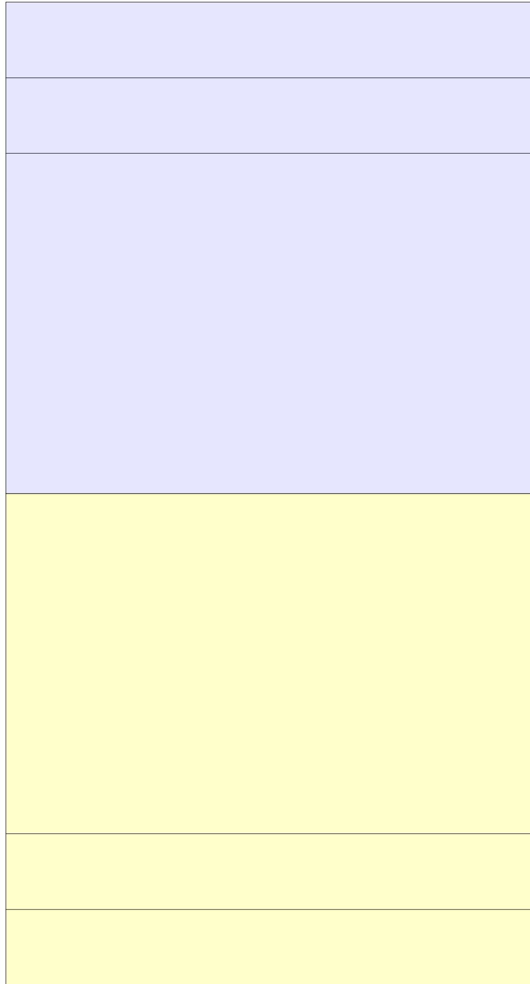
- données statiques

on connaît à l'avance (lors de l'écriture du programme) la taille des données
la mémoire peut être réservée à l'avance, avant l'exécution du programme

- données dynamiques

on ne connaît la taille des données qu'à l'exécution du programme
la réservation de la mémoire se fait au cours de l'exécution du programme

# Modèle de mémoire



Données statiques

Données dynamiques : le tas

- Outils de gestion de la mémoire «  dynamique  »

*pour réserver de la mémoire*

d'une taille donnée

d'un type donné

*pour libérer de la mémoire*

- Utilisation des pointeurs pour accéder à ces espaces mémoires alloués dynamiquement

# Allocation mémoire

**void* malloc(size_t t)**

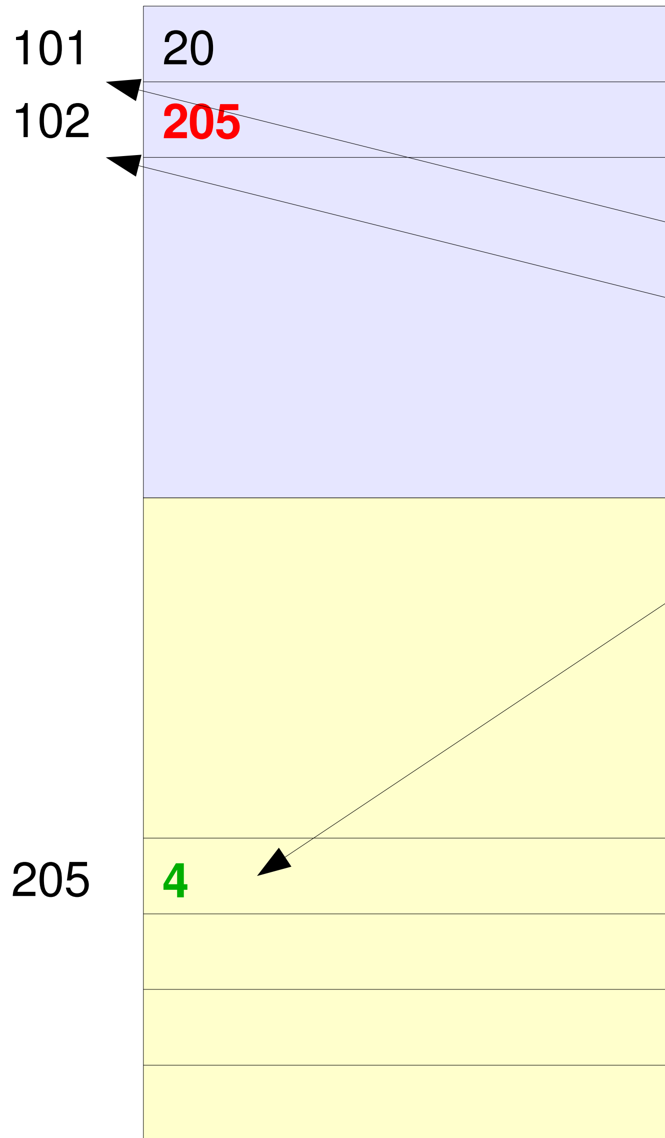
*renvoie un pointeur sur l'espace alloué de la taille t*
*renvoie NULL si l'allocation a échoué*

fonction de la librairie standard #include <stdlib.h>
size_t type non signé pour manipuler des tailles d'espaces mémoire

On peut utiliser la fonction sizeof pour obtenir la taille associée à un type

Exemple :

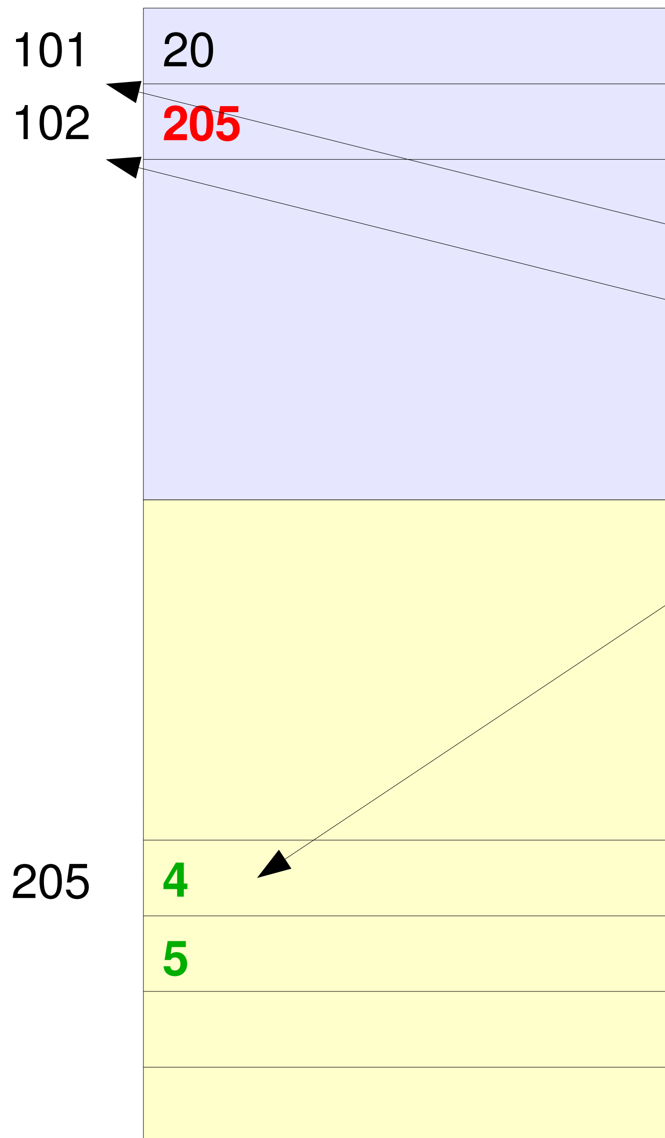
**int *p**; (ici p est non intialisé)
**p=malloc(sizeof(int));**
p pointe sur un espace mémoire pouvant accueillir un entier




```
int i=20;
int *p;
```

```
p=malloc(sizeof(int));
*p = 4
```

le contenu de la zone mémoire allouée vaut




```
int i=20;
int *p;
```

```
p=malloc(4*sizeof(int));
*p = 4
*(p+1)=5
```

le contenu de la zone mémoire allouée vaut

## Mémoire pleine ?

Lorsque la mémoire dynamique a complétement été allouée, **malloc** renvoie NULL

Il fau**t** tester cette valeur à chaque allocation de mémoire

```
int *p1, *p2;
p1 = malloc(sizeof(int));
if (p1 == NULL)
exit(0);
```

```
#include <assert.h>
int *p1;
p1 = malloc(sizeof(int));
assert(p1 != NULL);
...
```

Il existe d'autres fonctions d'allocation : calloc, realloc

**void* calloc(size_t nb, size_t t)**

*alloue nb blocs consécutifs de taille t,*
*renvoie NULL si l'allocation a échoué*

Exemple :

**int *p;** (ici p est non intialisé)
**p=calloc(4,4*sizeof(int));**
p pointe sur un espace mémoire de 4 blocs de mémoire pouvant accueillir 4 entiers

**void* realloc(void* ptr, size_t t)**

*pour agrandir ou rétrécir une zone mémoire déjà allouée dynamiquement, pointée par ptr*

*renvoie NULL si l'allocation a échoué, ptr n'est pas modifié*
*renvoie l'adresse de la nouvelle zone allouée*

*si nouvelle taille > ancienne taille*
*l'ancien contenu est intégralement conservé*
*si nouvelle taille < ancienne taille*
*seuls les premiers éléments du début sont conservés*

# Libération de la mémoire

**void free(void *ptr)**

*libère l'espace pointée par ptr*
*la mémoire doit avoir été préalablement allouée dynamiquement*
*n'a pas d'effet si ptr a la valeur NULL*

Attention !

* La fonction free peut aboutir à un désastre si on essaie de libérer de la mémoire qui n'a pas été allouée par malloc.

* La fonction free ne change pas le contenu du pointeur; il est conseillé d'affecter la valeur NULL au pointeur immédiatement après avoir libéré le bloc de mémoire qui y était attaché.

* Si nous ne libérons pas explicitement la mémoire à l'aide free, alors elle est libérée automatiquement à la fin du programme.

# Représentation des listes

- pas de type prédéfini en C

- implantation possible à l'aide d'un tableau

  si on peut évaluer la taille maximale de la liste
  utilisation d'un tableau surdimentionné

On parle alors de *représentation contingüe*

- ou représentation avec des pointeurs

On parle alors de *listes chaînées.*

## - Représentation contigüe

soit T un type

```
typedef struct liste{
   int tete
   T tab[N ]
}  tListe
```

tete : indice de la tête de la liste : un entier compris entre -1 et N-1
-1 pour signifier que la liste est vide

La liste croît vers la droite

Fonction qui retourne l'élément de tête d'une liste d'éléments de type T

```
T head( tListe l){
if (l.tete==-1)
exit(0);
else return(l.tab[l.tete]);
}
```

Procédure qui ajoute un élément en tête de la liste

Ce n'est possible que si on ne dépasse pas la longueur maximale
----> listes bornées

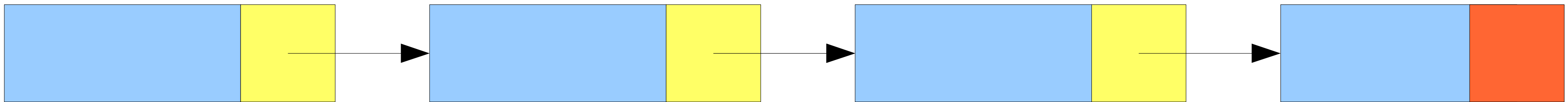
```
void cons(tListe l, T nvelt){
if (l.tete==N-1)
exit 0;
else {
l.tab[l.tete+1]=x;
l.tete=l.tete+1;
}
}
```

Fonction qui retourne la longueur d'une liste

```
int lg(tListe l){
return(l.tete+1);
}
```

## - Représentation chaînée : vers plus de dynamicité

Chaque élément contient
- des données
- un lien (pointeur) vers l'élément suivant



Un élément = 1 structure avec 2 champs : un champ qui contient les données + 1 champ qui contient un pointeur sur l'élément suivant

```
typedef struct element{
  T data
  struct element * suivant
}  telement
```

structure de données récursive : auto-référence

## Une liste ?

On représente une liste non vide par l'adresse de son premeir élément
On représente une liste vide par le pointeur NULL

type d'une liste chaînée **: telement *** **typedef telement* liste**

Les éléments sont chaînés les uns aux autres

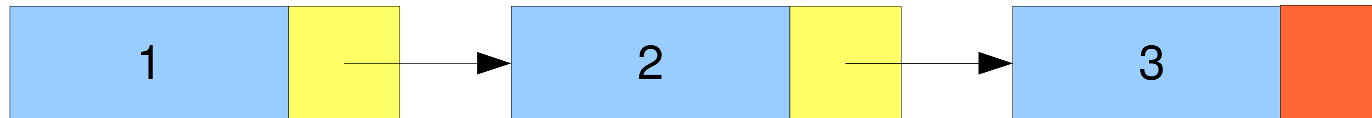
reste de la liste l : ***l.suivant**

données du 2ème élément de la liste l : ***(*l.suivant).data**
ou **(l->suivant)->data**

dernier élément === son champ suivant est NULL
parcourir toute la liste

```
telement* dernier(liste l){
telement * ptr=l;
while (*ptr.suivant!=NULL)
     ptr=*ptr.suivant;   ou ptr=ptr->suivant;
return(ptr);
}
```

## Création d'une liste




La mémoire est allouée élément par élément :

On alloue le dernier élément **p3 = malloc(sizeof(telement));**
On remplit ses champs : ***p3.data = 3;** **ou** **p3->data = 3;**
***p3.suivant=NULL;** **ou** **p3->suivant=NULL;**

On recommence avec le deuxième élément
**p2 = malloc(sizeof(telement));**
***p2.data = 2;** **ou** **p2->data = 2;**

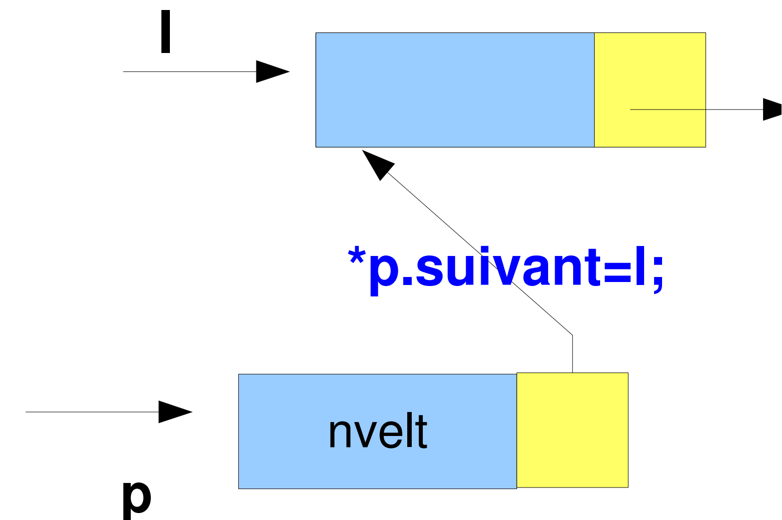
On chaîne le 2eme élément au dernier : ***p2.suivant=p3;** **ou** **p2>suivant=p3;**

Le premier : **p1 = malloc(sizeof(telement));**
***p1.data = 1;** **ou** **p1->data = 1;**
***p1.suivant=p2;** **ou** **p1->suivant=p2;**

## Ajout d'un élément en tête

/* interface cons
type : liste*T -> liste
arg l, nvelt (données du nouveau élément)
pre aucune
post ajoute un élement contenant nvelt en tête de la liste l, retourne l'adresse du nouveau premier élément*/

**liste cons (liste l, T nvelt){**
***telement p;**
On alloue le nouvel élement, soit p son adresse
**p = malloc(sizeof(telement));**
On remplit son champ data
***p.data = nvelt;**
On relie ce nouvel élement à la liste l
***p.suivant=l;**
Le résultat est le nouvel élément
**return(p);**
**}**



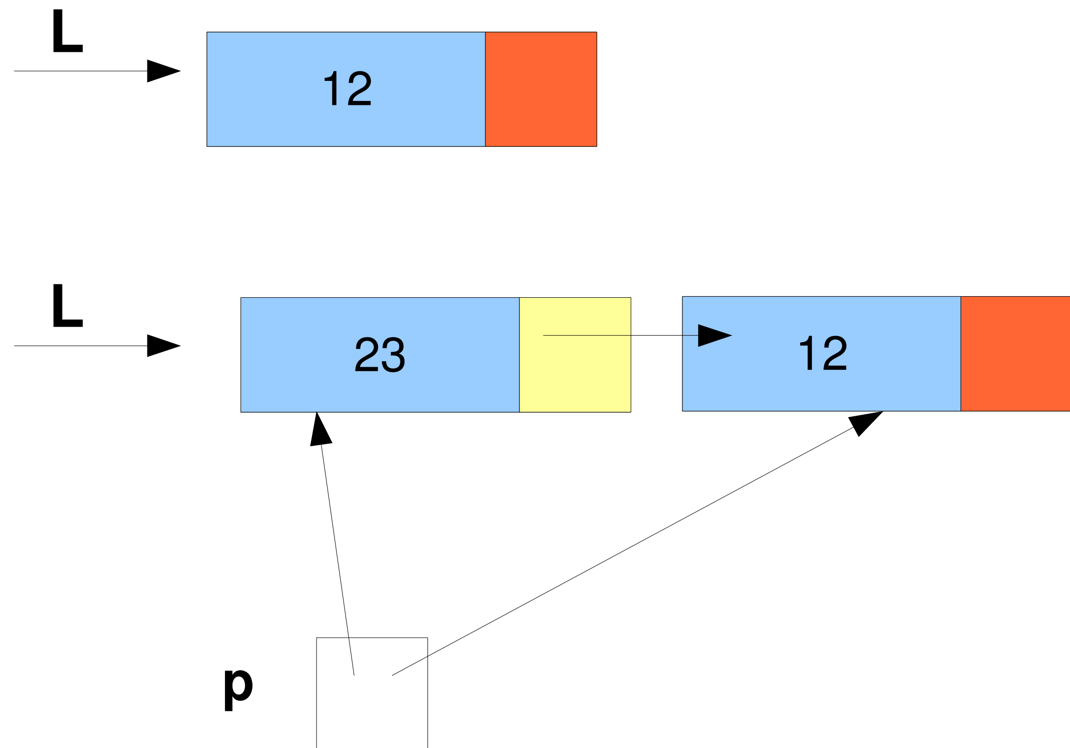
Exemple d'utilisation :

```
int main(void){
telement *L= NULL;
telement *p;

L=cons(L, 12);


L=cons(L, 23);


p=L;
while (p!=NULL) {
printf("%d -> ", p->data);
p=p->suivant;
}
printf("NULL\n");
return 0;
}
```



# Ajout d'un élément en fin de liste

/* interface ajouter   type : liste*T -> liste
arg l, nvelt (données du nouveau élément)
post ajoute un élement contenant nvelt en fin de la liste l, retourne l'adresse du nouveau premier élément*/

Remarque : si la liste n'est pas vide, le résultat est égal à l

**liste ajouter (liste l, T nvelt){**

***telement p, ptr;**

On alloue le nouvel élement, soit p son adresse

**p = malloc(sizeof(telement));**

On remplit son champ data et son champ suivant

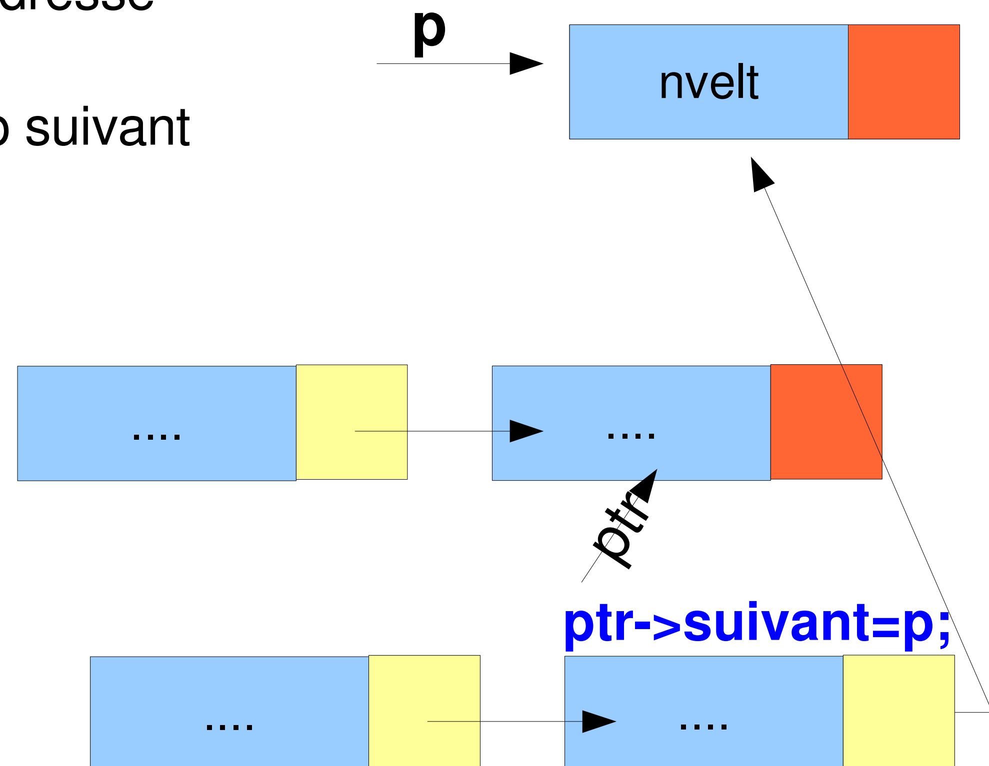
***p.data = nvelt;   *p.suivant=NULL;**

**if (l==NULL)  return(p);**

**else {**

On relie l'élément alloué au dernier de l

```
    ptr=l;
    while (ptr->suivant!=NULL)
    ptr=ptr.suivant;
    ptr->suivant=p;
     return l;
    }}
```



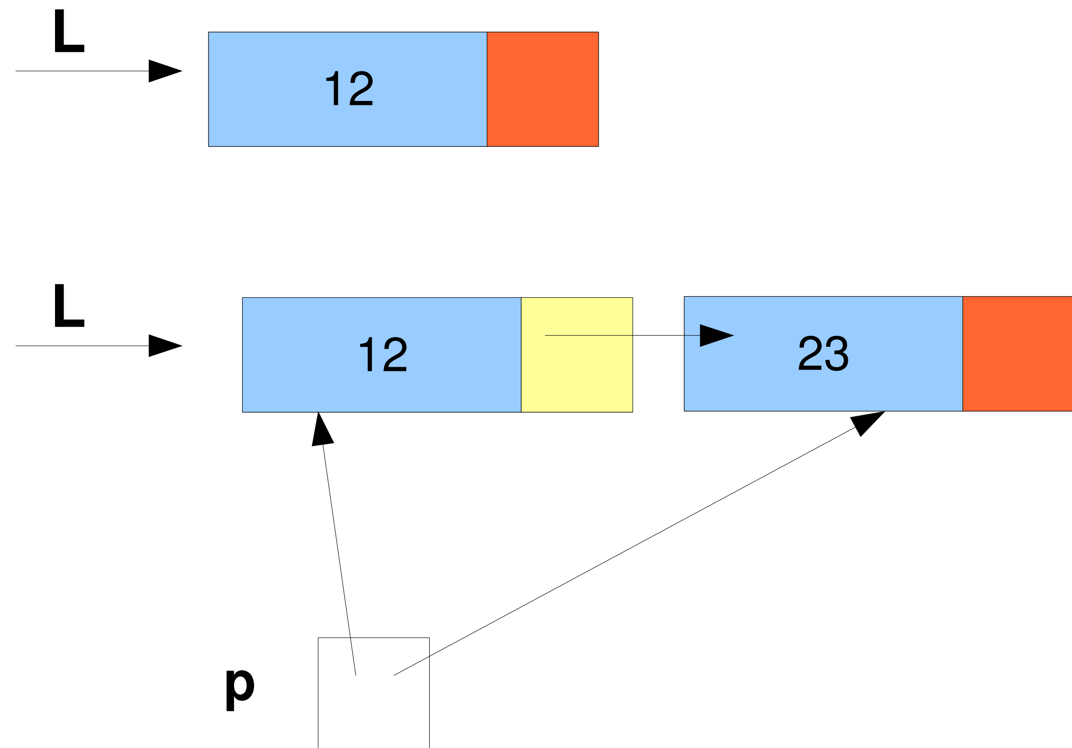
Exemple d'utilisation :

```
int main(void){
telement *L= NULL;
telement *p;

L=ajouter(L, 12);

L=ajouter(L, 23);

p=L;
while (p!=NULL) {
printf("%d -> ", p->data);
p=p->suivant;
}
printf("NULL\n");
return 0;
}
```



## Recherche d'un élément

```
/* interface appartient   type : liste*T -> booleen
arg l, v
post true si v est dans la liste, false sinon
*/
```

partir de la tête de la liste
comparer les données de chacun des éléments à celui recherché

```
booleen appartient (liste l, T v){
*telement p=l;
while (p!=NULL){
	if (p->data==)
	return vrai;
	else p->suivant=p;
}
return faux;
}
```

## Supprimer un élément

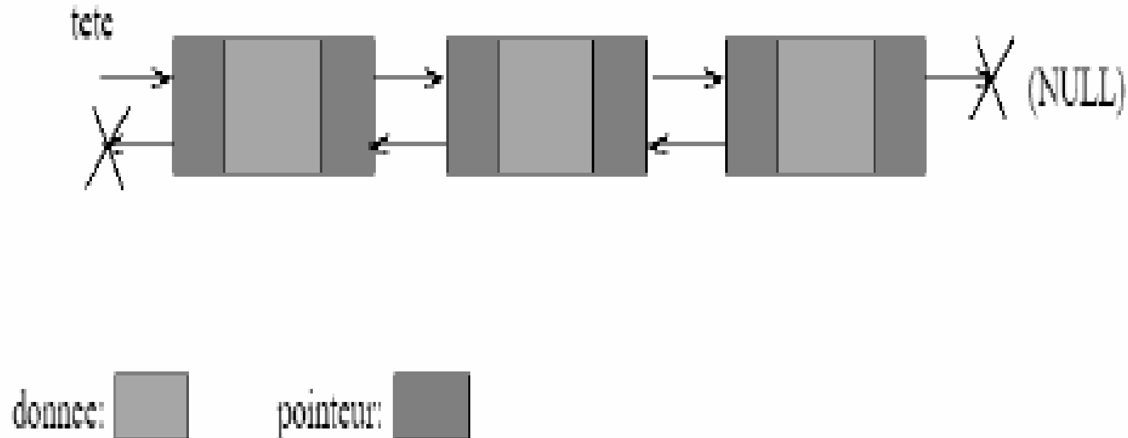
```
/* interface supprimer
type : liste*T -> liste
arg l, v
post retourne la liste après avoir supprimé la première occurrence
de v
*/
```

Remarque : le résultat est l sauf si le premier élément de la liste représentée par l contient v

**A vous de jouer ....**

D'autres listes chaînées

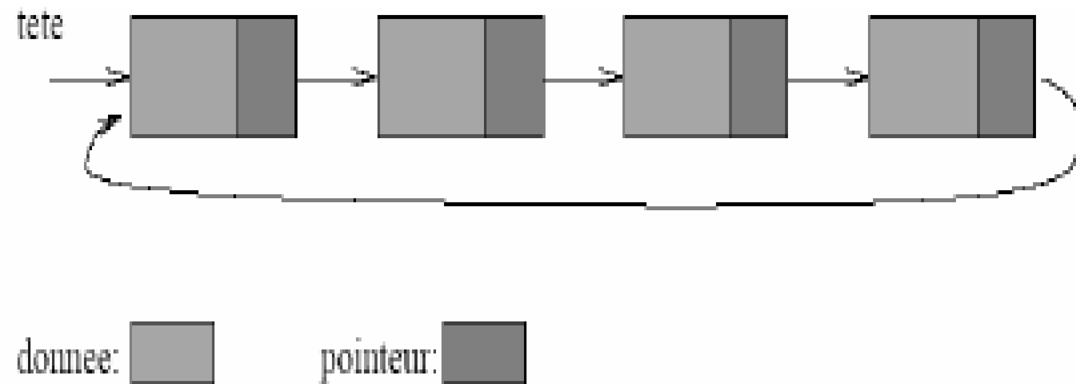
**Listes doublement chaînées**




*Tout élément a un suivant (NULL si dernier) et prédécesseur (NULL si premier)*

*Les listes doublement chaînées peuvent être parcourues dans les 2 sens*

## Listes circulaires




*Le dernier élément pointe sur le premier : tout élément a un suivant*